

***СЕВЕРНЫЙ РЕГИОН:
НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, КУЛЬТУРА***

НАУЧНЫЙ И КУЛЬТУРНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ

**№ 2 (28)
2013**

Сургут
Издательство СурГУ
2013

Издание зарегистрировано в Западно-Сибирском межрегиональном территориальном управлении Министерства РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций (г. Тюмень).

Свидетельство ПИ № 17-0414 от 15 апреля 2002 г.

Выходит два раза в год

Учредитель и издатель

ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет
Ханты-Мансийского автономного округа – Югры»

Редакционный совет

Т.В. Волдина, Н.Л. Запяднова, А.К. Карпов, В.М. Куриков,
С.М. Косенок (*председатель*),
Н.Я. Стрельцова, Я.С. Черняк, Л.А. Чистова

Редакционная коллегия

И.П. Грехова, Т.Ю. Денисова, М.Ю. Мартынов,
В.В. Мархинин (*главный редактор*), В.А. Острейковский,
В.Д. Повзун, В.И. Полищук, А.И. Прищепа, В.В. Стариков,
В.Н. Шевченко

Адрес редакции

А.А. Хадынской, СурГУ («Северный регион»)
ул. Энергетиков, 8
г. Сургут Тюменской обл.
628412

☎ 8-902-817-05-37

E-mail: sev_region@mail.ru

www.surgu.ru/sev_reg.htm

© Сургутский государственный
университет, 2013

Департамент образования и молодежной политики
Ханты-Мансийского автономного округа – Югры
ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет
Ханты-Мансийского автономного округа – Югры»

СЕВЕРНЫЙ РЕГИОН: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, КУЛЬТУРА

Научный и культурно-просветительский журнал
Издается с 2000 г.

2013

№ 2 (28)

СОДЕРЖАНИЕ

От редакции.....	6
<i>ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ</i>	
Иванов Ф.Ф. О значении учебно-научной, преподавательской и организаторской деятельности профессора В.А. Острейковского.....	7
Острейковский В.А., Смолин Д.И. Количественная оценка вероятностей исходных событий при анализе риска от эксплуатации атомных станций	11
Галкин В.А. Моделирование сложных систем и проблемы интерпретации результатов вычислительных экспериментов при описании сверхплотного состояния вещества.....	22
Анохин А.Н. Проблемы человеческого фактора в обеспечении безопасности и эффективности сложных систем.....	26
Антонов А.В. Современные методы обработки статистической информации о надежности объектов ядерной энергетической установки.....	32
Алексеев М.М., Семенов О.Ю., Самсонов В.П., Ненахова Н.А., Лашманова Е.А. Моделирование «парадокса» поршня.....	42
Бычин И.В., Гореликов А.В., Ряховский А.В. Численное исследование конвекции в сферическом слое.....	48
Силин Я.В. О применении теории катастроф к оценке надежности оборудования нефтегазового комплекса.....	62
Клевков П.А. Об основных средствах диспетчерского и технологического управления энергообъектами.....	70
Лысенкова С.А. Дополнительные результаты расчетов областей устойчивости уравнений параметрических колебаний при наличии демпфирования.....	77

Галкин В.А., Епифанов А.А. Метод конечных элементов для трехмерных уравнений Навье-Стокса для несжимаемой жидкости в области, имеющей цилиндрическую форму.....	85
Филиппов Т.К. Сжатие цифровых данных с потерями. Оценка качества сжатия.....	100

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Совертков П.И. Выстраивание эвристик в олимпиадном задании для развития критического мышления.....	106
Повзун В.Д., Повзун А.А., Плеханова Н.П., Апокин В.В., Аустер Б.В. Особенности реализации творческого потенциала студентов спортивного факультета в университете.....	116

СОЦИАЛЬНЫЕ И КУЛЬТУРНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Солодкин Я.Г. Вослед Ермаку (три зауральские экспедиции государевых воевод в 1584–1586 гг.)...	125
Рябкова О.А. Этнос обских угров (остяков и вогулов) в сибирском летописании.....	134
Максимов Е.А. Открытие и первый день работы Государственной Думы в России – 27 апреля 1906 года.....	140
Пузанов В. Д. «Мы врага на землю не пустили»: маршал К.К. Рокоссовский о подвиге русской императорской армии в Первой мировой войне.....	150
Бутенко Н.А. Геополитические аспекты межцивилизационных противоречий.....	155
Хайруллина Н.Г., Сайфуллин Ф.Ф. Межэтнические браки: кросскультурный анализ.....	162
Савичева А.С. Специфика регионального развития коммерческих организаций в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в посткризисный период.....	165
Сунцов А.П. Деятельность представительных органов публичной власти по оказанию бесплатной юридической помощи гражданам.....	173
Печоник О.И. Влияние норм Всемирной торговой организации на возможности перехода агропромышленного комплекса на новый технологический уклад.....	180

ЗДОРОВЬЕ НА СЕВЕРЕ

Медведева О.С., Соловьев В.С. Морфофункциональные характеристики и оценка качества жизни коллектива ООО «ПК» Молоко».....	186
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Ильдебенева С.А.

Выявление IgG-антител к антигенам эритроцитов системы АВО среди ханты в зависимости от половой и групповой принадлежности при различных титрах естественных IgM-антител..... 189

РЕЦЕНЗИИ

Мархинин В.В.

Рецензия на учебное пособие: В.И. Полищук, Б.В. Емельянов, В.Д. Губин и др. «История и философия науки: Основные имена и понятия»..... 194

Наши авторы..... 196

От редакции

Дорогие друзья!

Рубрика «Наука» в очередном номере журнала посвящена физико-математическим наукам. Развитие современных технологий, основанных на полномасштабных математических моделях – это мировая тенденция, которую необходимо уже сегодня принять не только в передовых научных исследованиях, но и последовательно внедрять в учебный процесс при подготовке современного инженера.

В частности, одной из основных задач для суперкомпьютерных технологий является существенное увеличение извлекаемых запасов углеводородов за счёт увеличения коэффициента извлечения нефти и газа. Последнее может быть достигнуто путем выбора оптимальных стратегий в результате предсказательного моделирования внутрискластового горения нефти в пористой среде при закачивании окислителя в пласт, а также других методов термического и химического воздействия на пласт, направленных на повышение нефтеотдачи. Даже управление процессами фронтального вытеснения и обеспечение его устойчивости в состоянии потенциально существенно повысить коэффициент извлечения нефти. В России на данный момент коэффициент извлечения нефти и газа не превышает 27%, необходимо – порядка 60%. Увеличение коэффициента нефте- и газоизвлечения в масштабах России даст дополнительно 100–150 млн. тонн углеводородов в год.

Решение таких наукоемких проблем требует привлечения специалистов по математическому моделированию, связанных с разнообразными аспектами исследования сложных систем. Это одна из задач развития Политехнического института СурГУ.

В предлагаемой читателю подборке научно-исследовательских работ представлен широкий спектр моделей такого рода систем.

Следует отметить, что 20-летний юбилей Сургутского государственного университета и первый год работы Политехнического института демонстрирует наличие значительного научного потенциала, который нацелен на решение инженерных задач на самом современном уровне.

*Директор Политехнического института СурГУ,
профессор В.А. Галкин*

В новом номере обширно представлена рубрика «Социальные и культурные процессы»: в ней содержатся материалы различной тематики, от исторической до современной. Мы также возобновили рубрику «Здоровье на Севере», где представили работы наших коллег-биологов. Отрадно наполнение рубрики «Рецензии»: профессор В.В. Мархин анализирует учебное пособие по философии науки.

Мы заинтересованы в сотрудничестве, материалы принимаются редакцией постоянно по адресу: Сургут, ул. Энергетиков, 8, СурГУ, офис 121, редакция журнала «Северный регион», или по электронному адресу: sev_region@mail.ru. На последней странице журнала вы можете ознакомиться с требованиями по оформлению статей, убедительно просим их придерживаться. Редакция вправе отклонять материалы без объяснения причин. Гонорары журнал не выплачивает, но каждый автор имеет право на три экземпляра со своей статьей.

С уважением,
редакция журнала «Северный регион: наука, образование, культура»

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

*К юбилею доктора технических наук, профессора,
заслуженного деятеля науки и техники Российской Федерации,
академика Международной академии информатизации
Владислава Алексеевича Острейковского*

Ф.Ф. Иванов

О ЗНАЧЕНИИ УЧЕБНО-НАУЧНОЙ, ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОЙ И ОРГАНИЗАТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОФЕССОРА В.А. ОСТРЕЙКОВСКОГО

Отмечая 80-летний юбилей профессора В.А. Острейковского как человека активного, работающего в полную силу по многим направлениям и сегодня, можно говорить о его выдающихся способностях и о вложенном огромном труде в деле воспитания высококвалифицированных кадров, обучения сотен инженеров, бакалавров, магистров, аспирантов, об организаторском таланте и его ведущей роли в формировании целых библиотек учебно-педагогической, технической, методической литературы для высшей и средне-технической школы, для инженеров и преподавателей, персонала и специалистов в области ядерной энергетики, нефтегазовой и других отраслей.

Это сообщение не претендует на глубокое научное исследование, на подробный биографический портрет, на тщательный анализ всех сотен публикаций профессора или на представление многочисленных его учеников, произведенных ныне в кандидаты и доктора. Это обобщение будет своеобразным юбилейным эссе, воспоминанием о прошедших 32-х годах (1980–2012 гг.) моего знакомства, не всегда очень близкого, тесного, а как позволяло время и обстоятельства, с Острейковским – человеком, Острейковским – ученым, Острейковским – педагогом, Острейковским – организатором, Острейковским – энциклопедистом.

Никаких претензий на полноту и даже на объективность у автора нет, но только лишь желание суховатым языком перечислений отметить основные особенности, заслуги этого человека, на мой взгляд, в тех сферах, где наиболее ярко высветились непреходящие черты нашего современника с активной жизненной позицией, вышедшего на триумфальную красную дорожку своего восьмидесятилетия.

Годы, конечно, берут свое, но все, кто знал уважаемого профессора эти последние 32 года, смогут подтвердить неизменность его характера и целеустремленность, его трудолюбие, многогранность его интересов. Надеюсь, я не повторю официальные данные о деятельности и жизни юбиляра, которые будут опубликованы здесь, потому что не имел возможности ворошить архивы официальных документов и полагаюсь только на свою память, в некоторых случаях, возможно, неполно и неточно это делаю, да простит меня юбиляр. Ведь я один из немногих в СурГУ видел его работу в разных городах, организациях, сферах деятельности и обстоятельствах, но буду повествовать строго в рамках те-

мы нашей юбилейной конференции, хотя есть многое, о чем можно поговорить, оглядываясь назад, прежде всего, в плане личном, человеческом, что не менее важно.

Итак, г. Обнинск, год 1980-ый. В возрасте тридцати лет, будучи сотрудником научно-исследовательского института, я познакомился с Владиславом Алексеевичем, заведующим кафедрой АСУ Обнинского института атомной энергетики (ОИАТЭ). Это продолжалось до 1995 года, т.е. 15 лет, до того момента, как я стал доцентом кафедры АСУ ОИАТЭ, и с тех пор мы с ним в одной «жизненной упряжке». Весь обнинский период был моим ученичеством у В.А. Острейковского параллельно с моим карьерным ростом в НИИ и повышением научной квалификации не без участия Владислава Алексеевича. Мы работали вместе в заочной аспирантуре (моей), на семинарах кафедры, на совещаниях, конференциях, по подготовке дипломников, при работе в ГАКе.

Его имя постоянно звучало в наукограде Обнинске, в Министерствах и ведомствах СССР, России, во властных коридорах города, на международных и всесоюзных конференциях, в издательствах. Город первой атомной электростанции, страна развитой атомной энергетики нуждались в специалистах, которые готовились в Москве и Обнинске. Факультет кибернетики, которым руководил некоторое время бравый офицер ВВС Дальней авиации СССР В.А. Острейковский, кафедра, которую он возглавлял с начала 80-х годов до 1998 года, также участвовала вместе с институтом в этой нужной работе. Владислав Алексеевич и по сей день не прерывает профессиональные и педагогические связи с Обнинским техническим университетом атомной энергетики.

Будучи уже доцентом кафедры АСУ ОИАТЭ, я поражался неумемной энергии, всепогодности его передвижений, широте научных и учебно-методических интересов. Занимаясь информатикой, автоматизированными системами, надежностью ядерных энергетических установок, он проявлял высокую собственную организованность и талант руководителя. Даже часто отсутствуя на рабочем месте, в силу своей мобильности, он всегда незримо присутствовал во всех делах кафедры. Кругом росли, поднимались его «выкорышки»-ученики, так он их называет, именно этого периода – доктора наук Н.Л. Сальников, А.Н. Анохин, Ю.Ф. Буртаев и другие, продолжая его дело.

Каждая защита его учеников была успешной и обеспечивала новый вклад в науку. Обязательным считалось представление полученных результатов в виде монографии, которую задумывал, писал и так блистательно редактировал Владислав Алексеевич вместе с учениками. И одновременно выходили толстые авторские труды нашего славного юбиляра по теории систем, информатике, по теории и практике атомной энергетики, чередой шли учебники, пособия, собственные монографии. Чего стоят только фолиант «Эксплуатация атомных станций» почти на 1000 страниц, учебники и пособия «Информатика», «Теоретические основы автоматизированного управления», «Теория систем», «Теория надежности», «Анализ деятельности и управляемости динамических систем методами теории катастроф» и много, много других! Он один из самых цитируемых авторов в России, самый популярный и плодовитый научный работник и профессор СурГУ.

Об этой удивительной плодовитости в области публикаций хотелось бы сказать отдельно. Во все времена в обществе были собиратели знаний, люди, способные увидеть в многообразии общее, главное, выделить это, систематизировать, классифицировать, найти новый уровень обобщения и упорядочивания и сделать это достоянием всех. Так было в истории, философии, биологии, химии, филологии, не говоря уже о математике.

Вот и информатике достался такой человек, наш энциклопедист, наш Карамзин, наш дорогой Владислав Алексеевич! Это ведь колоссальный труд: долгие размышления,

выбор правильных источников, определенного ракурса и уровня представления накопленных знаний исследователей. Да это просто неподъемный физический труд в сочетании с многочисленными увлеченностями автора, не забывающего жить насыщенной жизнью общительного человека, на фоне руководящей и учебно-научной, организаторской деятельности. Он везде, он вездесущ! Многим и многим ученым, исследователям, педагогам от Бога некогда, по их мнению, заниматься этим, но ведь этим-то и живет человечество: накоплением и передачей знаний, это так понятно, естественно. Только так и обеспечивается движение вперед. Подвижничество В.А. Острейковского достойно самой высокой оценки и всяческого подражания. Но таких просто мало! Если не сказать, что он один такой!

В Сургуте Владислав Алексеевич появился 16 лет назад, в 1996-м году (я же с 1997 года, дважды вахтой на полтора-два месяца, а с 1999 года постоянно, по его приглашению). Но и здесь он не изменил своим жизненным правилам: только вперед, только вместе со всеми, только множество дел и одновременно, тогда и получается результат. Пусть не во всем такой блестящий, как хотелось, но он есть всегда. Это его кредо.

Снова организация кафедры, информатики и вычислительной техники (ИВТ), снова с нуля создание коллектива, участие в становлении Сургутского университета. Он опять везде: Ученый совет, факультет, кафедра, постоянные выступления перед студентами, работа с аспирантами, учениками, на конференциях, совещаниях, полезная работа в городе. Обширная география выступлений: Санкт-Петербург, Москва, Сочи, Пермь (там он тоже создал кафедру), Астрахань, зарубежье. И опять книги, книги, книги...

Подготовлено уже два заведующих кафедрами, на кафедре ИВТ В.С. Микшина и Ф.Ф. Иванов, потому что кафедр с 2003 года стало уже две, кафедра АСОИУ созрела и отпочковалась от ИВТ. Можно сказать, что Владиславу Алексеевичу понадобились долгих двадцать лет, чтобы, наконец, выпестовать заведующего кафедрой Ф.Ф. Иванова, своего ученика. И это все его кропотливая, гласная, прозрачная работа с кадрами, которой сегодня, к сожалению, так мало уделяется внимания. По традиции преемственности поколений Владислава Алексеевича вот уже поспела и новая смена в руководстве кафедры АСОИУ, молодой доктор наук Кия Иннокентьевна Бушмелева приняла эстафету мэтра в руководстве кафедрой из моих рук. И пусть Владислав Алексеевич не работает с нами официально, находясь на родной кафедре ИВТ, но он всегда присматривает, как мы развиваемся, куда мы идем. Все эти 10 лет. Он наш, он с нами.

Несмотря на возраст, он опять в кипучей деятельности: член Президиума объединенного учебно-методического совета Минобразования и науки по направлению «Информатика и Вычислительная техника» (уже бессменно более 25 лет!), председатель специализированного регионального совета по защите докторских и кандидатских диссертаций по этому направлению, созданного только благодаря его инициативе и возглавляемого им успешно последние полтора года (уже десяток защищенных диссертаций!). Постоянная его работа в аудитории со студентами, магистрантами, на семинарах, в совете факультета информационных технологий, высочайшая активность на учебно-методических совещаниях и очень нужная воспитательная работа и со своими учениками, независимо от их возраста, и с сотрудниками факультета. Это наставничество высокой пробы, наставничество по призванию.

Владислав Алексеевич был назван человеком года в области кибернетики, а в 1995 году даже получил почетный диплом Кембриджского университета, активно участвует и сегодня в Международной академии информатизации, в Ядерном обществе.

Его особый способ преподавания, отношения к студентам, ученикам, его работа с ними всегда настолько своеобразна, что все многочисленные опросы неизменно выводят его в самые любимые, незабываемые Учителя как у нынешних студентов, так и у выпускников.

Он подвижен, спортивен, энергичен, прост и доступен всем. На отдыхе он заводила, гитарист-песенник. Это наше народное Достояние! Мы все благодарны ему и счастливы быть рядом с ним!

Пусть Ваша жизненная энергия, Владислав Алексеевич, не иссякнет в Вас долго-долго, и мы, коллеги, еще не раз подивимся этому подвигу ратного труда нашего, своего, российского человека, совершаемому у нас на глазах!

В.А. Острейковский, Д.И. Смолин

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТЕЙ ИСХОДНЫХ СОБЫТИЙ ПРИ АНАЛИЗЕ РИСКА ОТ ЭКСПЛУАТАЦИИ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

Введение

В решении проблемы повышения безопасности эксплуатации и увеличения ресурса отечественного энергетического оборудования и, в частности, водо-водяных ядерных реакторов типа ВВЭР, необходим углубленный анализ одного из основных количественных показателей – риска от их эксплуатации.

Как известно [1–5], оценка риска – это ряд логических шагов, позволяющих обеспечить систематическим образом рассмотрение факторов опасности. Основой для практической оценки риска R как двумерной случайной величины является пара случайных величин [6]: вероятность возникновения i -го, $i = \overline{1, n}$ рискованного события $Q_i(t)$ и соответствующий ущерб от этого рискованного события $C_i(t)$, объединенных мультипликативно, при независимых между собой величинах Q и C :

$$R = \sum_{i=1}^n Q_i(t) \cdot C_i(t). \quad (1)$$

В атомной энергетике по степени тяжести последствий от чрезвычайных событий определена классификация семи групп предельных состояний (ПС) ВВЭР [7, 8] (табл. 1).

Таблица 1

Группы предельных состояний для анализа безопасности ВВЭР

Группа	Вид предельного состояния	Степень опасности	Объекты угроз
ПС-7	Повреждение активной зоны. Разрушение корпуса реактора с выходом радиоактивности в окружающую среду	Предельно высокая	Население, АС, природная среда
ПС-6	Разрушение основных элементов компонентов первого и второго контуров с выходом радиоактивности в окружающую среду	Чрезмерно высокая	Население, АС, природная среда
ПС-5	Большие течи в первом контуре с выходом радиоактивности за пределы АС	Очень высокая	Население, АС, природная среда
ПС-4	Повреждения и течи в первом и втором контурах с возможным выходом радиоактивности за пределы АС	Высокая	Население, АС, природная среда
ПС-3	Повреждения и течи в первом и втором контурах с выходом радиоактивности внутри АС	Повышенная	Операторы, персонал, компоненты АС
ПС-2	Частичные повреждения без выхода радиоактивности за пределы первого контура, требующие ремонта	Невысокая	Повреждение оборудования
ПС-1	Частичные повреждения без выхода радиоактивности, не требующие ремонта	Низкая	Повреждение оборудования

1. Постановка задачи

Целью данной статьи является количественная оценка первого сомножителя выражения (1) – вероятности исходных событий $Q(t)$ при анализе риска от эксплуатации ВВЭР на основании статистических данных для атомных станций в мире всех поколений последней трети XX – первого десятилетия XXI вв., опубликованных в [9].

Значения вероятностей $Q(t_\kappa)$ и $Q(t_\gamma)$ для всех реакторов, эксплуатировавшихся в мире, при $t \leq t_\kappa$ и $t = t_\gamma$ в [10] предлагается оценивать по соотношениям:

$$Q(t_\kappa) = \frac{N_n}{N_{ок} \cdot t_\kappa}; \quad Q(t_\gamma) = \frac{N_n}{N_{о\gamma} \cdot t_\gamma}, \quad (2)$$

где N_n – число реакторов, получивших повреждения при заданном i -виде предельного состояния в соответствии с табл. 1; $N_{ок}$ – общее число эксплуатировавшихся реакторов к моменту t_κ возникновения заданного i -типа повреждения; $N_{о\gamma}$ – общее число реакторов к моменту t_γ ; t_κ – среднее время (лет) эксплуатации одного реактора к моменту достижения заданного вида i -вида предельного состояния; t_γ – среднее время эксплуатации одного реактора.

Так как каждая тяжелая авария или катастрофа на АЭС в момент t_κ сопровождалась комплексным анализом их причин и источников, а также реализацией значительных по объемам и затратам мероприятий по повышению безопасности, то с течением времени при $t_\gamma > t_\kappa$ после аварии или катастрофы наблюдалось снижение вероятностей от $Q(t_\kappa)$ до $Q(t_\gamma)$.

Необходимо отметить, что величины $Q(t_\kappa)$ и $Q(t_\gamma)$ в выражении (2) отличаются от классических показателей безотказной работы – безусловной вероятности отказа:

$$Q(t_\kappa) = \lim_{\substack{\Delta t \rightarrow 0 \\ N_{ок} \rightarrow \infty}} \frac{\Delta N_\kappa(\Delta t)}{N_{ок}} \quad (3)$$

и фактически являются статистическим аналогом условной функции распределения времени до наступления рискованного события:

$$Q(t_\kappa) = \frac{\Delta N_\kappa(\Delta t)}{N_{ок}}; \quad Q(t_\gamma) = \frac{\Delta N_\gamma(\Delta t_\gamma)}{N_{о\gamma}}. \quad (4)$$

2. Исходные данные и расчетные значения вероятностей исходных событий на АС мира

Необходимые статистические данные для решения поставленной задачи согласно сведениям, приведенным в [11], представлены в таблице 2.

Таблица 2

Исходные данные для всех АС мира (в том числе СССР – России)

Группы	N_n	$N_{ок}$	t_k , лет	$N_{оэ}$	t_3 , лет
ПС-7	2	400	10,8	450	23,2
ПС-6	5	1890	7,8	2025	23,2
ПС-5	12	1890	4,5	2025	23,2
ПС-4	74	902	11,8	990	23,2

*Примечания: N_n – число реакторов, получивших повреждения при заданном i -виде предельного состояния в соответствии с табл. 1; $N_{ок}$ – общее число эксплуатировавшихся реакторов к моменту t_k возникновения заданного i -типа повреждения; $N_{оэ}$ – общее число реакторов к моменту t_3 ; t_k – среднее время (лет) эксплуатации одного реактора к моменту достижения заданного вида i -вида предельного состояния; t_3 – среднее время эксплуатации одного реактора.

В соответствии с классификацией предельных состояний (табл. 1), рассмотрим значения вероятностей исходных событий аварий на АС.

Седьмая группа предельных состояний. По предположению, в середине 80-х годов XX в. (когда возникли две тяжелые аварии с повреждением активной зоны: ТМА (США, 1979 г.) и Чернобыльская АЭС, Украина, 1986 г.), в мире было около 400 реакторов со средним временем эксплуатации $t_k \approx 10,8$ лет, и по выражению (2) для тяжелой аварии седьмой группы значение $Q(t_k) \approx 4,9 \cdot 10^{-4}$ 1/г.

В начале XXI в., при $N_{оэ} \approx 450$ и $t_3 \approx 23,2$, величина $Q(t_3) \approx 1,9 \cdot 10^{-4}$ 1/г. Число АС с ВВЭР в мире составляет около 92% общего числа АС. Таким образом, указанные выше вероятности для АС в мире снижаются до $Q(t_k) \approx 4,51 \cdot 10^{-4}$ 1/г и $Q(t_3) \approx 1,75 \cdot 10^{-4}$ 1/г.

11 марта 2011 года в результате сильнейшего за время наблюдения землетрясения в Японии произошла радиационная авария на АЭС Фукусима-1, в которой были выведены из строя 4 энергоблока. Таким образом, значение N_n на сегодняшний день увеличилось до 6. Значение t_k с учетом среднего времени эксплуатации на момент аварии реакторов АЭС Фукусимы составляет 31 год. При $N_{оэ} \approx 450$, величина $Q(t_k) \approx 4,28 \cdot 10^{-4}$.

Шестая группа предельных состояний. К этой группе предельных состояний прежде всего относятся опасные повреждения и разрушения шестой группы несущих элементов первого контура (крышки и коллекторы парогенераторов) применительно к мировой атомной энергетике $N_n = 5$. Если $N_{ок} \approx 420$ и среднее число парогенераторов на одном блоке равно 4,5, то $N_{ок}^n = N_{ок} \cdot 4,5$ и $t_k = 7,8$ и значение $Q(t_k)$ составит $4,39 \cdot 10^{-4}$ 1/г. Принимая $t_3 = 23,2$ и $N_{ок} \approx 450$, значение $Q(t_3) \approx 1,06 \cdot 10^{-4}$ 1/г. Таким образом, для ВВЭР в мировой атомной энергетике значения $Q(t_k)$ и $Q(t_3)$ составляют соответственно $4,03 \cdot 10^{-4}$ 1/г и $0,97 \cdot 10^{-4}$ 1/г.

Пятая группа предельных состояний. Аварийные ситуации пятой группы с разрушением или значительным повреждением основных элементов и компонентов первого контура, таких как: коллекторов парогенераторов, корпусов задвижек и насосов с выходом радиоактивности за пределы ядерных реакторов. Таких разрушений для всех АС в мире зафиксировано $N_n = 12$. Тогда при $N_{ок}^n = N_{ок} \cdot 4,5$ и $t_k = 4,5$ получаем $Q(t_k) = 1,3 \cdot 10^{-3}$ 1/г., а при $t_s = 23,2$ и $N_{ос}^n = N_{ос} \cdot 4,5$ $Q(t_s) = 2,55 \cdot 10^{-4}$. Для ВВЭР в мировой энергетике таких ситуаций было существенно меньше, поэтому указанные вероятности снижаются соответственно до $Q(t_k) = 1,2 \cdot 10^{-3}$ 1/г и $Q(t_s) = 2,34 \cdot 10^{-4}$ 1/г.

Четвертая группа предельных состояний. Эта группа предельных состояний ядерных энергетических установок (ЯЭУ) на АС мира имеет наибольшее число повреждений и разрушений с возможным выходом радиоактивности за пределы АС. В основном, это повреждения и частичные разрушения трубопроводов, коллекторов парогенераторов, роторов турбин, задвижек, насосов, барботажных баков. Число таких повреждений на всех АС мира составляет $N_n = 74$, тогда при $N_{ок} = 410$, $N_{ок}^n = N_{ок} \cdot 2,2$ и $t_k = 11,8$ $Q(t_k) = 6,95 \cdot 10^{-3}$ 1/г, при $t_s = 23,2$ значение $Q(t_s) = 3,53 \cdot 10^{-3}$ 1/г.

Группы предельных состояний ПС3-ПС1. Современная система регистрации отказов и нарушений в работе АС не выделяет ту их часть, которая связана с критериями прочности, ресурса и живучести. Поэтому детальный анализ вероятностей неблагоприятных событий от третьей до первой группы ввиду отсутствия достоверных статистических данных затруднителен для АС мира. Итоговые значения вероятностей исходных событий аварий и катастроф на всех АС мира и АС с ВВЭР сведены в таблице 3.

Таблица 3

**Вероятности возникновения повреждений и разрушений
на всех АС и на АС с ВВЭР в мире**

Группа	АС		АС с ВВЭР	
	$Q(t_k), 1/2$	$Q(t_s), 1/2$	$Q(t_k), 1/2$	$Q(t_s), 1/2$
ПС-7	$4,90 \cdot 10^{-4}$	$1,90 \cdot 10^{-4}$	$4,51 \cdot 10^{-4}$	$1,75 \cdot 10^{-4}$
ПС-6	$4,39 \cdot 10^{-4}$	$1,06 \cdot 10^{-4}$	$4,03 \cdot 10^{-4}$	$0,97 \cdot 10^{-4}$
ПС-5	$1,30 \cdot 10^{-3}$	$2,55 \cdot 10^{-4}$	$1,20 \cdot 10^{-3}$	$2,34 \cdot 10^{-4}$
ПС-4	$6,95 \cdot 10^{-3}$	$3,53 \cdot 10^{-3}$	$6,39 \cdot 10^{-3}$	$3,24 \cdot 10^{-3}$

3. Расчетные значения вероятностей исходных событий на АС СССР и России

Седьмая группа предельных состояний. Если учесть катастрофу на Чернобыльской АЭС со значениями $N_n = 1$, $N_{ок} = 28$, $t_k = 12,2$ лет, значение $Q(t_k) = 2,93 \cdot 10^{-3}$ 1/г, а при $t_s = 29,8$ лет, $N_{ос} = 30$, то $Q(t_s)$ составляет $1,12 \cdot 10^{-3}$ 1/г.

В Российской Федерации число энергоблоков с ВВЭР составляет от общего числа АС около 50%. При этом известно, что в нашей стране до настоящего времени отсутствуют катастрофы с разрушением ЯЭУ с ВВЭР ($N_n = 0$). Поэтому при $N_{ос} = 30$ и

$t_3 = 29,8$ величины $Q(t_k)$ и $Q(t_3)$ близки к нулю. Следовательно, для дальнейшей прогнозной оценки безотказности АС с ВВЭР можно принять $0 \leq Q(t_k) \leq 4,51 \cdot 10^{-4}$ 1/г и $0 \leq Q(t_3) \leq 1,75 \cdot 10^{-4}$ 1/г.

Вместе с тем, к седьмой группе неблагоприятных событий можно отнести один случай повреждения опорных конструкций шахты ВВЭР первого поколения ($N_n = 1$).

Тогда при $N_{оэ} = 30$ и $t_3 = 29,8$ значение $Q(t_3) = 1,12 \cdot 10^{-3}$ 1/г.

С учетом последнего допущения приведенные выше значения вероятностей $Q(t_k)$ и $Q(t_3)$ для всех АС России следует удвоить.

Для групп предельных состояний ПС-5 и ПС-4 значения $Q(t_k)$ и $Q(t_3)$ определялись преимущественно повреждениями коллекторов парогенераторов ПГВ-1000 реакторов ВВЭР-1000. Если эти величины отнести к одному блоку с соответствующим числом поврежденных парогенераторов, то приведенные выше данные будут уточнены. Для пятой группы предельных состояний при $N_n = 3$, $N_{ок} = 10$, $t_k = 4,5$ значение $Q^*(t_k)$ будет $6,6 \cdot 10^{-2}$ 1/г., а значение $Q^*(t_3)$ при $t_3 = 22,3 - 1,34 \cdot 10^{-2}$ 1/г. Для четвертой группы предельных состояний при $N_n = 7$, $N_{ок} = 10$, $t_k = 6,9$ значение $Q^*(t_k) = 1,01 \cdot 10^{-1}$ 1/г., а при $t_3 = 23,7$ значение $Q^*(t_3) = 2,9 \cdot 10^{-2}$ 1/г.

Группы предельных состояний ПС3-ПС1. Для предварительной оценки $Q(t_k)$ и $Q(t_3)$ воспользуемся следующими данными: общее число нарушений в работе АС России за десятилетний период (1993-2003 гг.), связанных с ремонтом и с дефектами при изготовлении, составило около 170. Средняя доля отказов и нарушений на АС с ВВЭР составляет около 0,62 общего числа и приблизительно равняется 105. Если принять, что вероятности нарушений и отказов при переходе от третьей группы предельных состояний к первой снижаются на полпорядка, то указанные выше количества отказов распределяются следующим образом: третья группа – 19; вторая – 57; первая – 94; для ВВЭР третья группа – 12; вторая – 36; первая – 57.

По аналогии с изложенным в п. 2 настоящей статьи исходные значения для расчета вероятностей исходных событий аварий для шести групп (табл. 1) российских АС сведены в таблице 4.

Таблица 4

Исходные данные для всех АС СССР и России

Группы	Наименование	N_n	$N_{ок}$	$N_{ок}^n = N_{ок} \cdot N_{n_{п}}$	t_k , лет	$N_{оэ}$	$N_{оэ}^n = N_{оэ} \cdot N_{n_{п}}$	t_3 , лет
ПС-6	Все АС	3	25	$127 = 25 \cdot 5,1$	7,2	30	$144 = 25 \cdot 5,1$	29,2
	АС с ВВЭР	2	13	$70,2 = 13 \cdot 5,4$	8,3	13	$70,6 = 13 \cdot 5,4$	29,2
ПС-5	Все АС	5	30	$126 = 30 \cdot 4,2$	4,2	30	$126 = 30 \cdot 4,2$	27,4
	АС с ВВЭР	3	13	$71 = 13 \cdot 5,46$	4,1	13	$71 = 13 \cdot 5,46$	29,2
ПС-4	Все АС	46	28	$112 = 28 \cdot 4,0$	6,2	30	$120 = 30 \cdot 4,0$	29,2
	АС с ВВЭР	42	14	$75,6 = 14 \cdot 5,4$	6,9	14	$75,6 = 14 \cdot 5,4$	29,2

Продолжение табл. 4

Группы	Наименование	N_n	$N_{ок}$	$N_{ок}^n = N_{ок} \cdot N_{нп}$	t_k , лет	$N_{оэ}$	$N_{оэ}^n = N_{оэ} \cdot N_{нп}$	t_3 , лет
Среднее значение $Q(t)$, $1/2$, при $N_{ок} \cong N_{оэ}$								
ПС-3	Все АС	19	30	$6,3 \cdot 10^{-2}$				
	АС с ВВЭР	12	13	$8,1 \cdot 10^{-2}$				
ПС-2	Все АС	57	30	$1,9 \cdot 10^{-1}$				
	АС с ВВЭР	36	13	$2,4 \cdot 10^{-1}$				
ПС-1	Все АС	94	30	$3,1 \cdot 10^{-1}$				
	АС с ВВЭР	57	14	$3,8 \cdot 10^{-1}$				

*Примечания: N_n – число реакторов, получивших повреждения при заданном i -виде предельного состояния в соответствии с табл. 1; $N_{ок}$ – общее число эксплуатировавшихся реакторов к моменту t_k возникновения заданного i -типа повреждения; $N_{оэ}$ – общее число реакторов к моменту t_3 ; t_k – среднее время (лет) эксплуатации одного реактора к моменту достижения заданного вида i -вида предельного состояния; t_3 – среднее время эксплуатации одного реактора; $N_{нп}$ – среднее число энергоблоков на АС.

Для предварительной оценки $Q(t_k)$ и $Q(t_3)$ воспользуемся следующими данными: общее число нарушений в работе АС России за десятилетний период (1993–2003 гг.), связанных с ремонтом и с дефектами при изготовлении, составило около 170. Средняя доля отказов и нарушений на АС с ВВЭР составляет около 0,62 общего числа и приблизительно равняется 105. Если принять, что вероятности нарушений и отказов при переходе от третьей группы предельных состояний к первой снижаются на полпорядка, то указанные выше их числа распределятся следующим образом: третья группа – 19; вторая – 57; первая – 94; для ВВЭР третья группа – 12; вторая – 36; первая – 57.

Если принять, что за указанные выше десять лет происходило почти линейное сокращение числа отказов и нарушений, то с учетом приведенных выше средних значений $Q(t)$ можем рассчитать значения $Q(t_k)$, $Q(t_3)$. Эти значения приведены в таблице 5.

Таблица 5

Вероятности возникновения повреждений и разрушений на всех АС и на АС с ВВЭР СССР и России

Группа	АС		АС с ВВЭР	
	$Q(t_k)$, $1/2$	$Q(t_3)$, $1/2$	$Q(t_k)$, $1/2$	$Q(t_3)$, $1/2$
ПС-6	$4,39 \cdot 10^{-4}$	$1,06 \cdot 10^{-4}$	$4,03 \cdot 10^{-4}$	$9,70 \cdot 10^{-4}$
ПС-5	$9,40 \cdot 10^{-3}$	$1,44 \cdot 10^{-3}$	$1,03 \cdot 10^{-2}$	$1,44 \cdot 10^{-3}$
ПС-4	$6,61 \cdot 10^{-2}$	$1,28 \cdot 10^{-2}$	$8,05 \cdot 10^{-2}$	$1,91 \cdot 10^{-2}$
ПС-3	$8,60 \cdot 10^{-2}$	$2,95 \cdot 10^{-2}$	$1,25 \cdot 10^{-1}$	$3,75 \cdot 10^{-2}$
ПС-2	$2,90 \cdot 10^{-1}$	$8,90 \cdot 10^{-2}$	$2,90 \cdot 10^{-1}$	$1,13 \cdot 10^{-1}$
ПС-1	$4,75 \cdot 10^{-1}$	$1,45 \cdot 10^{-1}$	$5,80 \cdot 10^{-1}$	$1,79 \cdot 10^{-1}$

4. Расчет доверительных интервалов для вероятностей исходных событий

Расчет доверительных интервалов будем производить по выражению [12]:

$$I_{\beta} = (\mu - t_{\beta} \sigma_{\mu}; \mu + t_{\beta} \sigma_{\mu}), \quad (5)$$

где μ – математическое ожидание, t_{β} – величина, определяющая для нормального закона число средних квадратических отклонений, которое нужно отложить вправо и влево от центра рассеивания для того, чтобы вероятность попадания в полученный участок была равна β , σ_{μ} – среднеквадратическое отклонение.

Имея величины вероятностей наступления каждого из предельных состояний и принимая, что распределение вероятностей близко к нормальному, получили оценку математического ожидания μ^* .

Расчет среднеквадратического отклонения σ производится, исходя из того, что оно составляет примерно 5% от математического ожидания. Таким образом, получим результаты, приведенные в таблицах 6 и 7.

Таблица 6

Среднеквадратическое отклонение относительно математического ожидания случайной величины Q(t) для АС мира

Группа	АС		ВВЭР	
	$\sigma_{Q(t_k)}, 1/2$	$\sigma_{Q(t_s)}, 1/2$	$\sigma_{Q(t_k)}, 1/2$	$\sigma_{Q(t_s)}, 1/2$
ПС-7	$2,45 \cdot 10^{-5}$	$9,50 \cdot 10^{-6}$	$2,26 \cdot 10^{-5}$	$8,75 \cdot 10^{-6}$
ПС-6	$2,20 \cdot 10^{-5}$	$5,30 \cdot 10^{-6}$	$2,02 \cdot 10^{-5}$	$4,85 \cdot 10^{-6}$
ПС-5	$6,50 \cdot 10^{-5}$	$1,28 \cdot 10^{-5}$	$6,00 \cdot 10^{-5}$	$1,17 \cdot 10^{-5}$
ПС-4	$3,48 \cdot 10^{-4}$	$6,40 \cdot 10^{-4}$	$3,20 \cdot 10^{-4}$	$1,62 \cdot 10^{-4}$

Таблица 7

Среднеквадратическое отклонение относительно математического ожидания случайной величины Q(t) для АС СССР и России

Группа	АС		ВВЭР	
	$\sigma_{Q(t_k)}, 1/2$	$\sigma_{Q(t_s)}, 1/2$	$\sigma_{Q(t_k)}, 1/2$	$\sigma_{Q(t_s)}, 1/2$
ПС-6	$2,20 \cdot 10^{-5}$	$5,30 \cdot 10^{-6}$	$2,02 \cdot 10^{-5}$	$4,85 \cdot 10^{-6}$
ПС-5	$4,70 \cdot 10^{-4}$	$7,20 \cdot 10^{-5}$	$5,15 \cdot 10^{-4}$	$7,20 \cdot 10^{-5}$
ПС-4	$3,31 \cdot 10^{-3}$	$6,40 \cdot 10^{-4}$	$4,03 \cdot 10^{-3}$	$9,55 \cdot 10^{-4}$
ПС-3	$4,30 \cdot 10^{-3}$	$1,48 \cdot 10^{-3}$	$6,25 \cdot 10^{-3}$	$1,88 \cdot 10^{-3}$
ПС-2	$1,45 \cdot 10^{-2}$	$4,45 \cdot 10^{-3}$	$1,45 \cdot 10^{-2}$	$5,65 \cdot 10^{-3}$
ПС-1	$2,38 \cdot 10^{-2}$	$7,25 \cdot 10^{-3}$	$2,90 \cdot 10^{-2}$	$8,95 \cdot 10^{-3}$

В данной статье зададимся доверительной вероятностью $\beta = 0,95$ и значением $t_\beta = 1,96$. Значения $t_\beta \sigma_\mu$ для вероятностей наступления каждого из предельных состояний приведены в таблицах 8 и 9.

Таблица 8

**Значения $t_\beta \sigma_\mu$ случайной величины $Q(t)$ для АС мира
при доверительной вероятности $\beta = 0,95$**

<i>Группа</i>	<i>АС</i>		<i>ВВЭР</i>	
	$t_{0,95} \cdot \sigma_{Q(t_k)}, 1/2$	$t_{0,95} \cdot \sigma_{Q(t_s)}, 1/2$	$t_{0,95} \cdot \sigma_{Q(t_k)}, 1/2$	$t_{0,95} \cdot \sigma_{Q(t_s)}, 1/2$
ПС-7	$4,80 \cdot 10^{-5}$	$1,86 \cdot 10^{-5}$	$4,42 \cdot 10^{-5}$	$1,72 \cdot 10^{-5}$
ПС-6	$4,30 \cdot 10^{-5}$	$1,04 \cdot 10^{-5}$	$3,95 \cdot 10^{-5}$	$9,51 \cdot 10^{-6}$
ПС-5	$1,27 \cdot 10^{-4}$	$2,50 \cdot 10^{-5}$	$1,18 \cdot 10^{-4}$	$2,29 \cdot 10^{-5}$
ПС-4	$6,81 \cdot 10^{-4}$	$1,25 \cdot 10^{-3}$	$6,26 \cdot 10^{-4}$	$3,18 \cdot 10^{-4}$

Таблица 9

**Значения $t_\beta \sigma_\mu$ случайной величины $Q(t)$ для АС СССР и России
при доверительной вероятности $\beta = 0,95$**

<i>Группа</i>	<i>АС</i>		<i>ВВЭР</i>	
	$t_{0,95} \cdot \sigma_{Q(t_k)}, 1/2$	$t_{0,95} \cdot \sigma_{Q(t_s)}, 1/2$	$t_{0,95} \cdot \sigma_{Q(t_k)}, 1/2$	$t_{0,95} \cdot \sigma_{Q(t_s)}, 1/2$
ПС-6	$4,30 \cdot 10^{-5}$	$1,04 \cdot 10^{-5}$	$3,95 \cdot 10^{-5}$	$9,51 \cdot 10^{-6}$
ПС-5	$9,21 \cdot 10^{-4}$	$1,41 \cdot 10^{-4}$	$1,01 \cdot 10^{-3}$	$1,41 \cdot 10^{-4}$
ПС-4	$6,48 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-3}$	$7,89 \cdot 10^{-3}$	$1,87 \cdot 10^{-3}$
ПС-3	$8,43 \cdot 10^{-3}$	$2,89 \cdot 10^{-3}$	$1,23 \cdot 10^{-2}$	$3,68 \cdot 10^{-3}$
ПС-2	$2,84 \cdot 10^{-2}$	$8,72 \cdot 10^{-3}$	$2,84 \cdot 10^{-2}$	$1,11 \cdot 10^{-2}$
ПС-1	$4,66 \cdot 10^{-2}$	$1,42 \cdot 10^{-2}$	$5,68 \cdot 10^{-2}$	$1,75 \cdot 10^{-2}$

Теперь по формуле (5) можно рассчитать доверительные интервалы для вероятностей наступления каждого из предельных состояний (табл. 10–13).

Таблица 10

Доверительные интервалы случайной величины $Q(t_k)$ и $Q(t_s)$
для всех АС мира при доверительной вероятности $\beta = 0,95$

Группа	АС	
	$I_{0,95}$ для $Q(t_k)$, $1/2$	$I_{0,95}$ для $Q(t_s)$, $1/2$
ПС-7	$(4,42 \cdot 10^{-4}; 5,38 \cdot 10^{-4})$	$(1,71 \cdot 10^{-4}; 2,09 \cdot 10^{-4})$
ПС-6	$(3,96 \cdot 10^{-4}; 4,82 \cdot 10^{-4})$	$(9,56 \cdot 10^{-5}; 1,16 \cdot 10^{-4})$
ПС-5	$(1,17 \cdot 10^{-3}; 1,43 \cdot 10^{-3})$	$(2,30 \cdot 10^{-4}; 2,80 \cdot 10^{-4})$
ПС-4	$(6,27 \cdot 10^{-3}; 7,63 \cdot 10^{-3})$	$(1,15 \cdot 10^{-2}; 1,41 \cdot 10^{-2})$

Таблица 11

Доверительные интервалы случайной величины $Q(t_k)$ и $Q(t_s)$
для всех АС с ВВЭР при доверительной вероятности $\beta = 0,95$

Группа	ВВЭР	
	$I_{0,95}$ для $Q(t_k)$, $1/2$	$I_{0,95}$ для $Q(t_s)$, $1/2$
ПС-7	$(4,07 \cdot 10^{-4}; 4,95 \cdot 10^{-4})$	$(1,58 \cdot 10^{-4}; 1,92 \cdot 10^{-4})$
ПС-6	$(3,64 \cdot 10^{-4}; 4,42 \cdot 10^{-4})$	$(8,75 \cdot 10^{-5}; 1,07 \cdot 10^{-4})$
ПС-5	$(1,08 \cdot 10^{-3}; 1,32 \cdot 10^{-3})$	$(2,11 \cdot 10^{-4}; 2,57 \cdot 10^{-4})$
ПС-4	$(5,76 \cdot 10^{-3}; 7,02 \cdot 10^{-3})$	$(2,92 \cdot 10^{-3}; 3,56 \cdot 10^{-3})$

Таблица 12

Доверительные интервалы случайной величины $Q(t_k)$ и $Q(t_s)$
для всех АС СССР и России при доверительной вероятности $\beta = 0,95$

Группа	АС	
	$I_{0,95}$ для $Q(t_k)$, $1/2$	$I_{0,95}$ для $Q(t_s)$, $1/2$
ПС-6	$(3,96 \cdot 10^{-4}; 4,82 \cdot 10^{-4})$	$(9,56 \cdot 10^{-5}; 1,16 \cdot 10^{-4})$
ПС-5	$(8,48 \cdot 10^{-3}; 1,03 \cdot 10^{-2})$	$(1,30 \cdot 10^{-3}; 1,58 \cdot 10^{-3})$
ПС-4	$(5,96 \cdot 10^{-2}; 7,26 \cdot 10^{-2})$	$(1,15 \cdot 10^{-2}; 1,41 \cdot 10^{-2})$
ПС-3	$(7,76 \cdot 10^{-2}; 9,44 \cdot 10^{-2})$	$(2,66 \cdot 10^{-2}; 3,24 \cdot 10^{-2})$
ПС-2	$(2,62 \cdot 10^{-1}; 3,18 \cdot 10^{-1})$	$(8,03 \cdot 10^{-2}; 9,77 \cdot 10^{-2})$
ПС-1	$(4,28 \cdot 10^{-1}; 5,22 \cdot 10^{-1})$	$(1,31 \cdot 10^{-1}; 1,59 \cdot 10^{-1})$

Доверительные интервалы случайной величины $Q(t_k)$ и $Q(t_s)$
для всех АС СССР и России с ВВЭР при доверительной вероятности $\beta = 0,95$

Группа	ВВЭР	
	$I_{0,95}$ для $Q(t_k)$, $1/2$	$I_{0,95}$ для $Q(t_s)$, $1/2$
ПС-6	$(3,64 \cdot 10^{-4}; 4,42 \cdot 10^{-4})$	$(8,75 \cdot 10^{-5}; 1,07 \cdot 10^{-4})$
ПС-5	$(9,29 \cdot 10^{-3}; 1,13 \cdot 10^{-2})$	$(1,30 \cdot 10^{-3}; 1,58 \cdot 10^{-3})$
ПС-4	$(7,26 \cdot 10^{-2}; 8,84 \cdot 10^{-2})$	$(1,72 \cdot 10^{-2}; 2,10 \cdot 10^{-2})$
ПС-3	$(1,13 \cdot 10^{-1}; 1,37 \cdot 10^{-1})$	$(3,38 \cdot 10^{-2}; 4,12 \cdot 10^{-2})$
ПС-2	$(2,62 \cdot 10^{-1}; 3,18 \cdot 10^{-1})$	$(1,02 \cdot 10^{-1}; 1,24 \cdot 10^{-1})$
ПС-1	$(5,23 \cdot 10^{-1}; 6,37 \cdot 10^{-1})$	$(1,61 \cdot 10^{-1}; 1,97 \cdot 10^{-1})$

Заключение

1. Для групп предельных состояний ПС-5 и ПС-4 значения $Q(t_k)$ и $Q(t_s)$ определялись преимущественно повреждениями коллекторов парогенераторов ПГВ-1000 реакторов ВВЭР-1000. Если эти величины отнести к одному блоку с соответствующим числом поврежденных парогенераторов, то приведенные выше данные будут уточнены. Для пятой группы предельных состояний при $N_n = 3$, $N_{ок} = 10$, $t_k = 4,5$ значение $Q^*(t_k)$ будет $6,6 \cdot 10^{-2}$ 1/г., а значение $Q^*(t_s)$ при $t_s = 22,3 - 1,34 \cdot 10^{-2}$ 1/г. Для четвертой группы предельных состояний при $N_n = 7$, $N_{ок} = 10$, $t_k = 6,9$ значение $Q^*(t_k) = 1,01 \cdot 10^{-1}$ 1/г., а при $t_s = 23,7$ значение $Q^*(t_s) = 2,9 \cdot 10^{-2}$ 1/г.

2. Сопоставление приведенных выше вероятностей $Q(t_k)$ и $Q(t_s)$ зарубежных и отечественных АС показывает, что различие между ними составляет от полпорядка до порядка, что соответствует различию в коэффициентах использования установленной мощности от 0,90-0,92 для зарубежных АС до 0,73-0,76 для отечественных.

3. Следует отметить, что диапазоны пренебрежимых вероятностей $[Q(t)]_{\min}$ с повреждениями активной зоны реакторов в отечественной и зарубежной литературе и в ряде нормативно-технических документов указывается на уровне 10^{-7} 1/г., а приемлемых $[Q(t)]$ – на уровне 10^{-5} 1/г. Сопоставление этих значений для предельного состояния ПС-7 показывает, что на момент возникновения тяжелых аварий и катастроф величины $Q(t_k)$ превосходили $[Q(t)]_{\min}$ примерно в $2,30 \cdot 10^4$ раз, а $[Q(t)]$ – в $1,12 \cdot 10^4$ раз.

4. Проведенные в последние 30 лет после катастроф на АЭС ТМА (США) и ЧАЭС (СССР) мероприятия по повышению безопасности АС позволили снизить вероятности возникновения неблагоприятных событий примерно в 2,2 раза (отношение $Q(t_k)$ к

$Q(t_3)$). Однако это указывает на то, что АС (в том числе АС с ВВЭР) остаются в зоне чрезвычайно высокой потенциальной опасности, и требуются еще значительные исследования и проведение соответствующих мероприятий по повышению безопасности АС.

5. В статье были рассчитаны доверительные интервалы для случайных величин $Q(t_k)$ и $Q(t_3)$ – вероятностей неблагоприятных событий для всех АС мира, для АС мира с ВВЭР, для всех отечественных АС и отечественных АС с ВВЭР.

Литература

1. Острейковский В.А. Техногенный риск: введение в теорию: учеб. пособие. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2009.
2. Острейковский В.А., Швыряев Ю.В. Безопасность атомных станций. Вероятностный анализ. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.
3. Острейковский В.А., Саакян С.П. Модели определения вероятностей исходных событий аварий методами теории катастроф // Труды МБ АР. – 2010. – С. 123–126.
4. Анализ риска и повышение безопасности водо-водяных энергетических реакторов / Под ред. Н.А. Махмутова и М.М. Гаденина. – М.: Наука, 2009.
5. Острейковский В.А., Саакян С.П. Техногенная безопасность и риск от эксплуатации атомных станций: учебн. пособие. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2011.
6. Острейковский В.А. Математические модели теории техногенного риска: монография. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2012.
7. Анализ риска...
8. Техногенная безопасность...
9. Анализ риска...
10. Там же.
11. Там же.
12. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 1998.

В.А. Галкин

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ
И ПРОБЛЕМЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ
ПРИ ОПИСАНИИ СВЕРХПЛОТНОГО СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА**

Описание динамики сложных систем предполагает наличие в ней статистически большого количества элементов. Моделирование таких систем основывается на использовании законов сохранения, которые формулируются либо на уровне динамики отдельных частиц, либо в терминах средних величин, задающих распределение элементов системы в пространстве состояний. Детальное описание, основанное на первом подходе (прямое моделирование), для задач, связанных с механикой сплошной среды, физической кинетикой, динамикой социальных систем и т.п. [1], требует использования массивов данных, скорость обработки которых варьируется от уровня терафлоп до exascale.

Для практической реализации алгоритмов прямого моделирования в этом случае необходимо использование высокопроизводительной вычислительной техники, выходящей на будущие проекты по exascale вычислениям.

Второй подход, типичный для современной математической физики, основан на аналитическом или численном анализе решений дифференциальных либо разностных уравнений.

Существует проблема выявления связи обоих подходов, обусловленная, прежде всего, интерпретацией результатов вычислительных экспериментов в терминах второго подхода. В частности, это имеет отношение к визуализации особенностей решений, где они претерпевают быстрые изменения (скачки, градиентные катастрофы и т.п.). Указанные проблемы особенно проявляются при создании новых точных математических моделей и программного обеспечения для численного моделирования и анализа последствий крупномасштабных промышленных аварий и террористических атак на промышленные объекты со сжиженными и токсичными газами, в моделях сверхплотного состояния вещества.

Такого рода задачи возникают в процессе математического моделирования массопереноса в ядерно-энергетических установках при наличии встречных потоков вещества (лазерный термоядерный синтез). Одним из важнейших направлений применения вышеуказанных моделей для уравнений Власова – Лиувилля – Больцмана – Смолуховского с разрывными полями скоростей течения вещества является задача исследования процессов образования конденсированной материи в международном проекте физики высоких энергий СВМ (Condensed Baryonic Matter), получаемой при столкновении встречных пучков частиц в ускорителе на тяжелых ионах.

Исследование фазовых диаграмм сильно взаимодействующей материи – одна из самых стимулирующих областей современной физики высоких энергий. Особый интерес вызывают фазовые переходы, которые, как ожидают, произойдут при высоких температурах и (или) высоких барионных плотностях. Эти фазы играли важную роль в ранней Вселенной и, возможно, существуют в ядрах нейтронных звезд.

Открытие этого фазового перехода пролило бы свет на фундаментальные, но все еще нерешенные проблемы Квантовой Хромодинамики (QCD), связанные с нарушениями симметрии. В частности, при высоких плотностях барионов можно ожидать возникновение новых фаз сильно взаимодействующей материи. Научное продвижение этой захватывающей области – QCD при высоких плотностях барионов – дают новые экспериментальные данные. Для исследования динамики сильно взаимодействующей материи, вдали от его нынешнего основного состояния, лабораторные эксперименты выполняются при столкновениях ядер атомов при высоких энергиях.

Перейдем к рассмотрению примера описания газа при помощи макроскопических параметров, выходящего за рамки использования обычных функций. Приведенный ниже пример лежит в основе построения функционального решения полной системы газовой динамики для идеального газа с естественной вязкостью. Рассмотрим одномерную систему газовой динамики в эйлеровых координатах ($x \in \mathbb{R}_1$ – одномерная пространственная переменная, t – время), записанную в переменных $\rho(x, t)$ – плотность газа, $\bar{v}(x, t)$ – гидродинамическая скорость течения газа, $T(x, t)$ – абсолютная температура газа, P – давление, e – удельная внутренняя энергия [2]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \rho + \frac{\partial}{\partial x} (\rho \bar{v}) &= 0, \\ \frac{\partial}{\partial t} (\rho \bar{v}) + \frac{\partial}{\partial x} (\rho \bar{v}^2 + P) &= \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right), \quad P = R\rho T, \\ \frac{\partial}{\partial t} \left[\rho \left(\frac{\bar{v}^2}{2} + e \right) \right] + \frac{\partial}{\partial x} \left[\rho \bar{v} \left(\frac{\bar{v}^2}{2} + e \right) + P\bar{v} - \mu \bar{v} \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right] &= \frac{\partial}{\partial x} \left(\kappa \frac{\partial T}{\partial x} \right), \quad e = \frac{3}{2} RT, \end{aligned}$$

$$t > 0, \quad x \in \mathbb{R}_1,$$

где коэффициенты вязкости и теплопроводности μ , $\kappa \geq 0$ являются физическими характеристиками среды, а R – газовая постоянная. Следуя вычислениям [3] для коэффициентов μ , κ , отметим, что в случае локально постоянных по пространственной переменной $x \in \mathbb{R}_1$ плотности и температуре справедливы следующие выражения:

$$\mu(\rho, T, x, t) = \frac{1}{2} R \int_{x-l}^{x+l} T(x, t) \rho(x, t) dx, \quad \kappa(\rho, T, x, t) = \frac{5}{4} R \int_{x-l}^{x+l} T^2(x, t) \rho(x, t) dx,$$

где величина $l(\rho, T) > 0$ – длина свободного пробега молекул газа – считается «малым параметром» в системе газовой динамики. Длиной свободного пробега является средняя длина пути, проходимого частицей между двумя столкновениями. В обычных газах, находящихся при нормальном атмосферном давлении, величина $l \sim 10^{-5}$ см. При этом следует потребовать локальное постоянство подынтегральных выражений для плотности и температуры на масштабе свободного пробега l . Введенные выражения позволяют

обобщить формулы для коэффициентов μ , κ , когда пространственный перенос приводит к не абсолютно непрерывным распределениям плотности вещества. Для включения в модель явления конденсации вещества, описываемого в виде комбинации абсолютно непрерывного распределения по пространственным переменным и атомарных мер Дирака (точки конденсации), заменим в вышеприведенных формулах для коэффициентов абсолютно непрерывную меру $\rho(x,t)dx$ на распределение в виде меры по пространственной переменной $\rho(dx,t)$:

$$\mu(\rho, T, x, t) = \frac{1}{2} R \int_{x-l}^{x+l} T(x,t) \rho(dx,t), \quad \kappa(\rho, T, x, t) = \frac{5}{4} R \int_{x-l}^{x+l} T^2(x,t) \rho(dx,t).$$

Очевидно, интегрирование по мере $\rho(dx,t)$ в случае, когда мера ρ абсолютно непрерывная по мере Лебега, приводит к стандартным выражениям [4].

Рассмотрим в рамках такого расширенного класса решений возникновение точек конденсации вещества, которое не описывается на языке функций (абсолютно непрерывных распределений), что означает отсутствие решений в классе функций и обобщенных решений С.Л. Соболева. Пусть при $t = 0$ заданы следующие начальные условия:

$$\bar{v}(x,0) = -\text{sgn}(x)v_0, \quad T(x) = 0, \quad x \in \mathbb{R}_1, \quad \rho(x,0) = \begin{cases} \rho_0 = \text{const}, & x \neq 0, \\ 0, & x = 0, \end{cases}$$

$$\rho_0 \geq 0, \quad v_0 \geq 0.$$

Прямыми вычислениями нетрудно убедиться, что в рамках определения функционального решения [5] рассматриваемой задаче Коши удовлетворяют следующие распределения:

$$\bar{v}(x,t) = -\text{sgn}(x)v_0, \quad t \geq 0, \quad x \in \mathbb{R}_1, \quad \rho(x,t) = \begin{cases} \rho_0, & x \neq 0, \\ 2tv_0\rho_0\delta_0, & x = 0, \end{cases} \quad t \geq 0,$$

$$T(x,t) = \begin{cases} \frac{v_0^2}{3R}, & x = 0, \quad t > 0, \\ 0, & x \neq 0, \quad t > 0. \end{cases}$$

δ_0 – обобщенная функция Дирака, сосредоточенная в точке $x = 0$, v_0 – произвольная заданная неотрицательная постоянная величина.

Уравнение сохранения массы для рассматриваемого поля скоростей превращает абсолютно непрерывное распределение масс $\rho|_{t=0}$ в атомарную меру Дирака, сосредоточенную в начале координат. Это приводит к значительному влиянию коэффициента вязкости μ на характер течения газа в окрестности точки $x = 0$.

Очевидно, что это решение удовлетворяет физическим законам сохранения массы, импульса, энергии. Оно соответствует модели динамики с разрывным полем скоростей для потоков частиц, мгновенно останавливающихся в начале координат $x = 0$. В на-

чальный момент времени $t = 0$ (см. рис. 1) два встречных пучка холодного газа при нулевой абсолютной температуре, не вступая во взаимный контакт, встречаются в начале координат, где газ отсутствует.

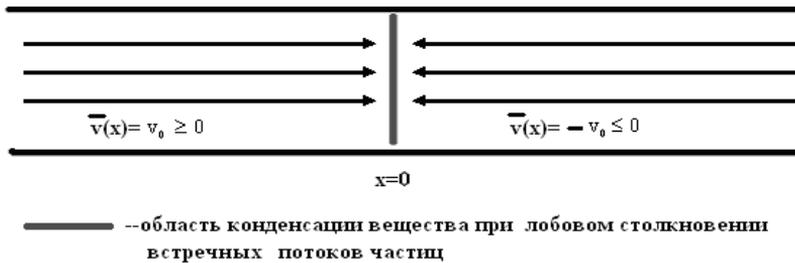


Рис. 1. Столкновение встречных потоков газа

Далее при значениях времени $t > 0$ встречные пучки газа сталкиваются в точке $x = 0$, и за счет вязкого трения $\mu > 0$ в начале координат скачкообразно происходит интенсивный разогрев газа, и там образуется «конденсат» частиц, описываемый в распределении плотности массы по пространству дельта-функцией Дирака. Очевидно, в момент времени t масса конденсата равна $2tV_0\rho_0$ и совпадает с массой газа, влетевшего со скоростью V_0 за время t с обеих сторон в точку $x = 0$.

Налетающий газ остается холодным в точках $x \neq 0$. Холодный газ, поступаая в начало координат, скачкообразно разогревается до температуры $T_0 = v_0^2(3R)^{-1}$, которая остается постоянной при положительных значениях времени, а увеличение внутренней энергии «конденсата» газа, сосредоточенного в точке $x = 0$, происходит при фиксированной температуре T_0 за счет преобразования кинетической энергии влетающего в эту точку вещества в тепловую энергию «конденсата». Описанный выше «конденсат» ведет себя аналогично «черной дыре», помещенной в точку $x = 0$, которая поглощает окружающую материю.

Проведенные автором вычислительные эксперименты методом имитационного моделирования на уровне отдельных частиц соответствуют вышеуказанной интерпретации с погрешностью порядка N^{-1} , где N – количество частиц, участвующих в розыгрыше.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, гранты № 10-01-00548 и № 13-01-12051.

Литература

1. Галкин В.А. Анализ математических моделей: системы законов сохранения, уравнения Больцмана и Смолуховского. – М.: БИНОМ, 2009.
2. Черчиньяни К. Теория и приложения уравнения Больцмана. – М.: Мир, 1978.
3. Там же. – С. 224.
4. Там же.
5. Анализ математических моделей...

А.Н. Анохин

ПРОБЛЕМЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

1. Проблема сложности систем

Стало банальностью говорить о том, что крупномасштабные потенциально опасные промышленные объекты, такие как атомная станция или нефтеперерабатывающий завод, являются чрезвычайно сложными системами. С другой стороны, работ, в которых обосновывается и поясняется системное качество, называемое «сложностью», немного. Сложность проявляется не только и не столько в большом количестве и номенклатуре оборудования, в опасности и быстротечности происходящих процессов, в запутанных алгоритмах работы оборудования и протекающих процессов, в нелинейных и порой парадоксальных зависимостях. Настоящей проблемой являются *связи* в системе.

Изучению роли связей в образовании сложности и обеспечении самоорганизации системы посвящены многочисленные современные исследования. С одной стороны, многочисленные связи рассматриваются как положительный фактор. Благодаря образуемой с их помощью «сложности» [1] система не только становится адаптивной по поведению, но и даже способна изменить свою структуру, приспосабливаясь к изменившимся обстоятельствам. Особую роль в такой адаптации играют «слабые» связи – именно они, по утверждению Р. Csermely [2], способны в критических ситуациях обеспечить необходимое разнообразие и стабильность сложной системы. С другой стороны, многочисленные связи способны сделать систему столь сложной и запутанной, что она перестанет поддаваться адекватному описанию и, следовательно, ее поведение в определенных ситуациях даже при небольших изменениях внешней среды окажется непредсказуемым.

Так, например, современный энергоблок АЭС – это система с самыми разнообразными связями. Очевидно, что системообразующими являются *технологические* связи, обеспечивающие переток вещества и энергии внутри системы, например, трубопроводы, которые соединяют насосы, баки и т.п. Эти связи наиболее хорошо изучены, и именно они ложатся в основу моделей систем управления АЭС. Другими хорошо описанными видами связей являются *функциональные*, когда изменение состояния одной системы влечет за собой изменение в другой, например, закрытие задвижки приводит к снижению расхода через трубу.

Однако, наряду с этими изученными видами связей, имеется потенциально большое число связей, трудно поддающихся выявлению и тем более описанию. Так, например, незначительная течь трубопровода, под которым расположена коробка с контактами и реле системы управления, может вызвать короткое замыкание и срабатывание блокировки или защиты. Вибрация насоса может передаваться через железобетонную балку строительной конструкции, изменяя показания расположенных рядом стрелочных приборов. Аварии с катастрофическими последствиями на АЭС демонстрируют самые невероятные проявления таких связей.

Наряду с «объективной» сложностью, идущей от конструкции АЭС, обилия функциональных связей и динамики протекающих процессов, ряд исследователей (например, В. Parin, Р. Quellien [3]) выделяет так называемую «субъективную» сложность, т.е. **степень сложности системы, воспринимаемую конкретным человеком** (рис. 1). Эта сложность определяется целым рядом факторов, таких как подготовленность оператора, качество человеко-машинного интерфейса (ЧМИ) и др. Так, грамотно спроектированный интерфейс способен «сузить» внимание оператора до границ конкретной возникшей проблемы, уменьшая при этом воспринимаемую сложность системы. Хорошо обученный и опытный оператор способен по малейшим незначительным признакам предвидеть ситуацию, в результате чего она становится не столь сложной для разрешения. И наоборот, слабому оператору при непродуманном интерфейсе поведение системы может показаться абсолютно непонятным и даже невероятным.

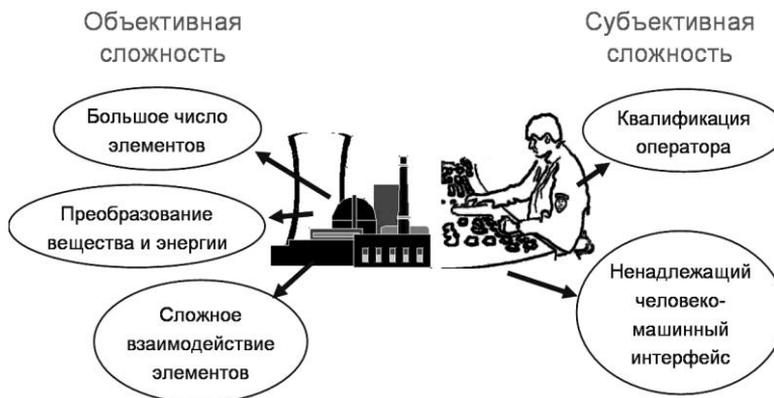


Рис. 1. Основные факторы сложности системы

Растущая сложность объектов управления порождает следующую проблему – изменение роли оператора.

2. Проблема изменения роли оператора

В 1980-х гг. Й. Расмуссен предложил трехуровневую (или «лестничную») модель поведения человека-оператора [4]. Нижний уровень этой модели составляет поведение, основанное на *навыках*, при котором человек «автоматически» выполняет хорошо отработанные и привычные действия в ответ на поступающую информацию. Поведение, основанное на навыках, как правило, характерно для моторной деятельности, например, переключение скоростей в автомобиле, поворот рулевого колеса, «повторяющий» кризисну дороги, нажатие кнопки квитирования (приема) сигнализации. Навыки могут быть и интеллектуальными, например, умножение однозначных чисел, не требующее умственных усилий.

В ситуациях, для которых не выработаны навыки, человек может действовать на уровне *правил*. Для такого поведения характерно применение некоторой формальной системы правил, на основании которых строится логика решения. Примерами такой системы могут быть правила дорожного движения (ПДД), эксплуатационные инструкции,

чек-листы и др. Так, подъезжая к перекрестку со знаком STOP, водитель, действуя по ПДД, остановится, проверит наличие машин на главной дороге и после этого продолжит движение. Оператор атомной станции, увидев снижающийся расход в трубопроводе, проверит состояние насоса и положение задвижки на его напоре, как этого требует процедура. Хорошей иллюстрацией поведения, основанного на правилах, является функционирование производственной экспертной системы (см., например, [5]).

Верхний уровень «лестничной» модели составляет поведение, основанное на *знаниях*. Это поведение проявляется в тех случаях, когда у человека отсутствуют наработанные навыки или алгоритмы действий. Чтобы понять, как нужно действовать, человеку приходится разбираться в сущности ситуации и искать выход из нее, руководствуясь порой абстрактными знаниями и опытом. Поведение, основанное на знаниях, может проявляться и тогда, когда ситуация не требует каких-либо действий, но побуждает к умственной работе. Например, водитель автомобиля, увидев на шоссе информационную табличку о расстоянии до пункта назначения, в уме оценивает оставшееся время в пути, сопоставляя между собой расстояние, среднюю скорость, обстановку на дороге и другие факторы.

«Лестничной» данная модель названа потому, что оператор, в зависимости от ситуации и имеющихся у него навыков, правил и знаний, «переходит» от одного типа поведения к другому, поднимаясь на уровень знаний при отсутствии процедуры или опускаясь на уровень навыков, если ситуация для него многократно пройдена.

Очевидно, что с усложнением технической системы **деятельность операторов все больше и больше смещается в сторону поведения, основанного на знаниях**. Однако не только сложность является причиной такого смещения. Существенную роль в этом играет и растущий уровень автоматизации управления. Большую часть XX века автоматика исполняла рутинные функции, освобождая человека от простых действий, основанных на навыках. Как правило, речь идет об аналоговой автоматике, реализующей хорошо формализованные законы управления: авторулевые, автопилоты, регуляторы технологических параметров. Программируемые компьютеры и цифровая техника, позволяющие динамически изменять закон и правила управления, сделали возможным реализацию более сложных алгоритмов, составляющих поведение, основанное на правилах. Сегодня компьютер способен выполнять огромный объем хорошо и даже не очень хорошо формализованных функций. Так, число запрограммированных реакций со стороны современной системы управления энергоблоком АЭС составляет несколько десятков тысяч. Стало ли при этом возможным вывести человека-оператора из контура управления? Естественно, нет, поскольку сложная система (как объект управления, так и система управления) всегда способна на непредсказуемое поведение, компенсировать которое может лишь человек на уровне знаний и способности действовать в условиях неопределенности и нечеткости.

Итак, современный оператор освобожден от рутинных действий, основанных на навыках и правилах, однако за ним остается миссия решать наиболее сложные, трудноформализуемые и порой неожиданные задачи, с которыми не справляется автоматика. Хорошо ли это? Известно, что высокая степень автоматизации порождает монотонию и «выключение» оператора из активной деятельности. Человек теряет осведомленность о ситуации, его поле восприятия сужается, а реакция притупляется. Появление трудноразрешимой проблемы в таких условиях почти гарантированно приведет его к ошибке. Деятельность на уровне знаний сопряжена с умственными вычислениями, логическими сопоставлениями многочисленных количественных и качественных параметров и фактов,

обработкой неопределенности и нечеткости, системным мышлением. Все это требует значительных когнитивных усилий на фоне действия сильных стрессоров, таких как дефицит времени, высокая опасность и ответственность. По оценкам ряда исследователей (в том числе и автора «лестничной» модели поведения), вероятность ошибки человека при решении подобного рода задач составляет порядка 0,1 и выше, что недопустимо для ответственных и потенциально опасных технических систем.

Решение обеих указанных проблем – проблемы сложности и проблемы изменения роли оператора – это комплексная задача, охватывающая оптимизацию распределения функций и создание интеллектуального адаптивного человеко-машинного интерфейса (ЧМИ). Рассмотрим подробнее.

3. Распределение функций

В начале 1950-х гг., исходя из возможностей техники того времени, П. Фиттс сформулировал простой принцип распределения функций между человеком и машиной: отдать человеку все то, в чем он превосходит машину, и наоборот. Был сформирован список преимуществ машины и человека, получивший название «список Фиттса» [6]. В дальнейшем этот список разрастался и усложнялся, однако его основная идея оставалась без изменений: человек силен в плохо формализованных, а компьютер – в хорошо формализованных случаях.

С появлением технологий искусственного интеллекта и развитием когнитивных наук наметилось вовлечение компьютера в сферу неформального мышления. В начале 1970-х гг. в противовес принципу преимущественных возможностей появляется принцип взаимодополняемости: нужно не распределять функции, а организовывать совместную деятельность человека и машины так, чтобы происходило взаимное усиление их возможностей [7]. Взаимная адаптация человека и машины подробно рассмотрена в монографии В.Ф. Венды [8].

Предположительно роль человека и состав выполняемых им функций должны зависеть от сложности, тяжести, быстротечности и уровня ответственности ситуации. В стационарных нормальных режимах удельный вес автоматике мог бы быть очень высоким. Однако во избежание монотонии операторов необходимо вовлекать в активную работу и, возможно, делегировать им часть автоматизированных функций (рис. 2, режим «Нормальная эксплуатация»).

Роль человека усиливается при незначительных нарушениях, способных спровоцировать переходные процессы, нестабильность и, возможно, глубокие возмущения. На первый взгляд, этот вывод кажется парадоксальным: ведь автоматика и сама хорошо справится с простыми ситуациями. С одной стороны, это так. Автоматика действительно хорошо отрегулирует локальные проблемы. Однако зачастую причинами этих проблем являются более глобальные факторы, выявить которые автоматика уже неспособна. В этом случае аналитические способности человека и его «тонкое чутье» позволит предвидеть, а значит, предотвратить дальнейшую эскалацию нарушения (рис. 2, режим «Нарушения»).

Если нарушение все же переходит в аварию, то наиболее срочные и важные действия должны выполняться автоматикой, т.к. в условиях стресса внимание операторов сильно сужается, а скорость реакции падает. Если ситуация предусмотрена проектом, то основной задачей оператора становится контроль работы автоматике и срабатывания защиты и систем безопасности (рис. 2, режим «Аварии»). Если же события развиваются катастрофически и возникает неопределенность, то автоматика может оказаться неэф-

фективной. В этом случае необходимо так организовать сотрудничество человека и автоматки, чтобы максимально реализовать потенциал каждого из них (рис. 2, режим «Катастрофы»).



Рис. 2. Удельный вес участия человека и автоматки в различных ситуациях

Основным инструментом *распределения функций* является функциональный анализ, проводимый на ранней стадии проектирования ЧМИ. Функциональный анализ выявляет задачи управления объектом и позволяет оценить характеристики этих задач, такие, как сложность, временные ограничения и т. п.

4. Способы организации совместной деятельности человека и компьютера

На сегодняшний день в управлении техническими системами сложились два направления организации совместной интеллектуальной деятельности человека и компьютера [9].

Первое – системы интеллектуальной поддержки оператора, основанные на знаниях. Такие системы выполняют часть когнитивной нагрузки человека: они самостоятельно оценивают ситуацию, принимают решение и рекомендуют человеку совершить определенные действия. Однако в серьезных случаях именно оператор несет всю полноту ответственности за принимаемые решения и их последствия. Это означает, что оператор должен либо полностью доверять системе, либо вынужден каждый раз проверять ее решение, т.е. заново проходить весь путь ее рассуждений.

Второе направление состоит в том, что машина «ничего сама не делает» и лишь стимулирует интеллект человека, помогая ему мыслить быстрее и эффективней. Основная идея этого подхода состоит в том, чтобы визуализировать ментальную модель процесса, сложившуюся у человека. Известны два подхода к визуализации – когнитивная графика и «экологический» интерфейс. Идея *когнитивной графики* состоит в том, чтобы визуальное представление задачи стимулировало творческие способности человека. Первоначально эта идея использовалась для нетрадиционного графического представления различных числовых рядов. *Экологический интерфейс* – это наглядное представление информации об объекте управления, направленное не только на понимание его текущего состояния, но и на распознавание сути происходящих в нем процессов.

Оба эти подхода основаны на *гештальтпсихологии* – психологической теории начала XX века. Ее суть состоит в том, что восприятие некоторого образа целиком (гештальта) не есть сумма восприятия его деталей. Иначе говоря, существуют некие законы

визуального, аудиального и другого восприятия, «вынуждающие» человека отвлечься от деталей и «увидеть» образ целиком [10].

Восприятие целостными образами выполняет еще одну важную функцию, а именно – перенос части мыслительной работы на уровень восприятия. Иначе говоря, ряд простых операций, таких как арифметические действия, сравнение, опознавание, простые логические умозаключения, может выполняться уже на стадии визуального восприятия, а не в процессе мышления. Это явление получило название «визуальное» или «перцептуальное» мышление [11]. Таким образом, основная задача систем информационной поддержки состоит в стимулировании визуального мышления с целью более продуктивного и полного использования когнитивного потенциала человека.

Заключение

Безусловно, сформулированные в данной статье проблемы и пути их решения требуют серьезного осмысления и научного обоснования. Однако сегодня уже невозможно обходиться привычными технологиями проектирования человеко-машинных систем, нацеленными либо на простое увеличение объемов информации, представляемой оператору, либо на непродуманную передачу функций от человека к автоматике. Ни один из этих подходов не приведет к гармоничному взвешенному решению поставленных проблем.

Литература

1. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. – М.: Прогресс, 1986.
2. Csermely P. Weak links. The universal key to the stability of networks and complex systems. – Heidelberg: Springer Verlag, 2009.
3. Papin B., Quellien P. The operational complexity index: a new method for the global assessment of the human factor impact on the safety of advanced reactors concepts // Nuclear Engineering and Design, 2006. – Vol. 236. – P. 1113–1121.
4. Rasmussen J. The human as a system component. – New York: Academic Press, 1980.
5. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем: Учебник. – СПб.: Питер, 2000.
6. Кантович В., Соркин Р. Распределение функций // Человеческий фактор: В 6 т. – Т. 4. – М.: Мир, 1991.
7. Голиков Ю.А., Костин А.Н. Психология автоматизации управления техникой. – М.: ИП РАН, 1996.
8. Венда В.Ф. Системы гибридного интеллекта: эволюция, психология, информатика. – М.: Машиностроение, 1990.
9. Анохин А.Н., Ивкин А.С. Визуальная поддержка когнитивной деятельности оператора // Тринадцатая Национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием: КИИ 2012 (Белгород, 16–20 октября 2012). Труды конференции. В 4 т. – Т. 1. – Белгород: БГТУ, 2012. – С. 343–350.
10. Вертгеймер М. Продуктивное мышление. – М.: Прогресс, 1987.
11. Арнхейм Р. Новые очерки по психологии искусства. – М.: Прометей, 1994.

А.В. Антонов

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ
СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
О НАДЕЖНОСТИ ОБЪЕКТОВ
ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ**

Введение

В настоящее время в странах с развитой экономикой уделяется повышенное внимание вопросам анализа надежности оборудования и безопасности энергоблоков атомных станций. Согласно данным МАГАТЭ в мире эксплуатируется 440 блоков АЭС. Из приведенного общего количества энергоблоков по объему выработанного календарного ресурса в эксплуатации находится 148 блоков, проработавших от 30 до 40 лет, и 210 блоков, возраст которых находится между 20 и 30 годами. Суммарно эти блоки представляют собой более трех четвертей от общего количества энергоблоков. Ввиду этого все больше и больше эксплуатирующих организаций занимается исследованием вопросов, связанных с анализом проектного срока службы АЭС. Это означает, что в ближайшие десять лет управление старением и продление срока службы будут ключевыми вопросами, связанными с анализом безопасности АЭС. Одним из обязательных элементов анализа безопасности АЭС является вероятностный анализ безопасности (ВАБ). При этом первоочередными вопросами анализа безопасности являются вопросы исследования надежности оборудования АЭС.

Системный анализ надежности является важным этапом в процессе управления качеством эксплуатации энергоблока. Главными составляющими системного анализа надежности технического объекта являются технологический анализ истории эксплуатации объекта и количественный анализ его безотказности и ремонтпригодности. Количественный анализ позволяет оценить достигнутый уровень надежности и получить прогностические оценки показателей надежности для специалистов, принимающих управляющие решения по обеспечению безопасности, повышению экономичности, совершенствованию стратегий технического обслуживания и ремонта (ТОиР).

1. Постановка задачи

Для решения задачи оценки характеристик надежности в первую очередь может быть использована информация, получаемая на этапе реальной эксплуатации объектов. Эксплуатация оборудования представляет собой наиболее информативный вид испытаний на надежность, так как при этом оборудование подвергается такому широкому спектру внешних воздействий, режимов работы и обслуживания, который невозможно воссоздать в условиях искусственного эксперимента. Негативной стороной эксплуатационных наблюдений является малый объем статистических данных и необходимость наблюдения за функционированием объектов длительное время. Дело в том, что в настоящее время в различных отраслях промышленности, и в особенности в ядерной энергетике, в эксплуатации находятся высоконадежные объекты, отказы которых – события редкие. Количество однотипных объектов, находящихся под наблюдением, мало. Все это приво-

дит к тому, что у аналитиков присутствует информация ограниченного объема и весьма специфического вида. Анализ эксплуатационной информации показывает, что данные могут быть представлены в виде полных наработок, в виде цензурированных выборок, в виде данных с пропусками, в виде совокупности отказов, распределенных по интервалам работоспособности, а также возможны сочетания указанных разновидностей представления данных.

Ввиду указанных особенностей, возникающих при анализе эксплуатационной информации, перед системными аналитиками встают проблемы достоверного оценивания характеристик надежности. Отметим, что вопросы оценки характеристик надежности параметрическими и непараметрическими методами с учетом полных наработок и различного рода цензурированных данных решались многими авторами. Можно считать, что на сегодняшний день данные вопросы в основном решены. Внимание исследователей в настоящее время концентрируется на проблемах учета данных с пропусками, а также данных, зафиксированных в виде совокупности отказов, распределенных по интервалам работоспособности. В представляемой работе сконцентрируем внимание на данных вопросах.

2. Классификация исходной информации

Рассмотрим основные понятия, касающиеся информации, получаемой в ходе проведения наблюдений. Под *данными* применительно к задачам надежности понимают фиксированные значения наработок изделий, полученные по результатам испытаний или эксплуатационных наблюдений. Под *множеством наблюдений* будем подразумевать множество тех значений наработки, для которых можно однозначно указать состояние объекта «годен – негоден». Множество наблюдений определяется конкретно для каждого этапа наблюдения за i -м объектом из совокупности N объектов, отобранных для проведения эксплуатационных наблюдений или испытаний. Если момент отказа объекта принадлежит интервалу его наблюдения, то соответствующий элемент выборки будем называть наработкой до отказа, в противном случае наработкой до цензурирования. Данные, для которых имеется неопределенность в наблюдениях за реализацией исследуемого признака (отказа объекта), называются *цензурированными данными*. Данными цензурированной выборки являются как наработки отказавших объектов, так и наработки неотказавших объектов, а также интервалы времени, в течение которых объект отказал, но момент отказа точно неизвестен.

Рассмотрим понятия, касающиеся цензурирования [1, 2]. *Интервал неопределенности* – интервал наработки, внутри которого произошел либо произойдет отказ объекта, причем точное значение наработки до отказа неизвестно. Этот интервал может быть не ограниченным справа, тогда говорят о *цензурировании справа*, либо ограниченным справа, тогда говорят о *цензурировании слева*. Если интервал неопределенности момента отказа ограничен слева и справа, то говорят о *цензурировании интервалом*. Следует отметить, что в задачах надежности при цензурировании слева левая граница интервала неопределенности равна нулю, а при *цензурировании интервалом* – больше нуля. Индивидуальные значения наработок при этом не наблюдаются.

Следующая возможная схема наблюдений – пропущенные данные. При проведении статистического анализа приходится сталкиваться с ситуацией, когда на некоторых временных интервалах наблюдения за функционированием объекта не осуществлялись. Известным является факт, что оборудование в данные периоды находилось в эксплуата-

ции, но информации о поведении оборудования в наличии не имеется. Причины такой ситуации могут быть различные. Например, промышленная установка находилась в эксплуатации с некоторого момента времени, а инструкции о необходимости сбора информации о поведении оборудования появились спустя определенный период после начала функционирования. Возникает ситуация данных с пропусками, что значительно осложняет математическую обработку, так как смещение основных статистических характеристик, таких как математическое ожидание или дисперсия, например, возрастает прямо пропорционально количеству пропусков.

3. Обзор и классификация методов обработки информации

Применение тех или иных методов обработки статистической информации о надежности объектов, полученной на этапе их эксплуатации, зависит от многих факторов: во-первых, вида оборудования: восстанавливаемые или невосстанавливаемые объекты; во-вторых, от объема зафиксированных данных; в-третьих, от наличия априорной информации о надежности объектов анализа; в-четвертых, от типа поступающих на обработку данных и многого другого.

В зависимости от вида рассматриваемого оборудования различают подходы к оценке характеристик надежности. Для невосстанавливаемых объектов анализ надежности начинают с определения плотности распределения, для восстанавливаемых объектов на первом этапе рассчитывают параметр потока отказов.

В зависимости от объема статистической информации целесообразно рекомендовать выбор метода обработки. Если объемы статистических данных небольшие (меньше 70–80 элементов в выборке), более эффективными методами являются непараметрические, если объемы выборки больше отмеченного количества элементов, более эффективными являются параметрические методы. Описание параметрических и непараметрических методов оценки характеристик надежности приведено в [3]. В качестве параметрического метода наибольшее применение имеет метод максимального правдоподобия. Исследования данного метода приведено в [4, 5]. Справедливости ради следует отметить также такие параметрические методы, как метод минимизации функции риска [6, 7], метод моментов [8] и метод минимизации статистики χ^2 [9]. Непараметрические методы восстановления плотности или функции распределения – развивающееся в последнее время направления исследований. Данное направление представлено широким разнообразием методов. В первую очередь это гистограммный метод восстановления плотности распределения [10]. Для совместного учета полных и цензурированных наработок были разработаны оценки Каплана-Мейера, экспоненциальные оценки и оценки Абдушукурова [11, 12]. Плотность распределения, построенная с помощью данных оценок, имеет вид ступенчатой функции. Этому недостатка лишены методы ядерного, проекционного [13] и корневого [14] оценивания и метод вейвлет-анализа [15]. Классификация различных схем представления статистических данных и рекомендуемых методов обработки представленной информации приведена на рисунке 1.

Исследование эффективности применения параметрических и непараметрических методов обработки статистической информации проводилось в работе [16–19]. Методы обработки информации с учетом цензурированных данных с помощью параметрических моделей исследовались в [20, 21]. Разработка и исследование непараметрических методов обработки информации производилась в работах [22–24]. Применение непараметри-

ческих методов к задачам анализа статистической информации оборудования атомных станций описано в [25, 26].

В случае наличия априорной информации желательным является ее учет наряду с имеющимися текущими данными. В качестве метода учета априорной информации можно использовать метод байесовского оценивания [27–29].

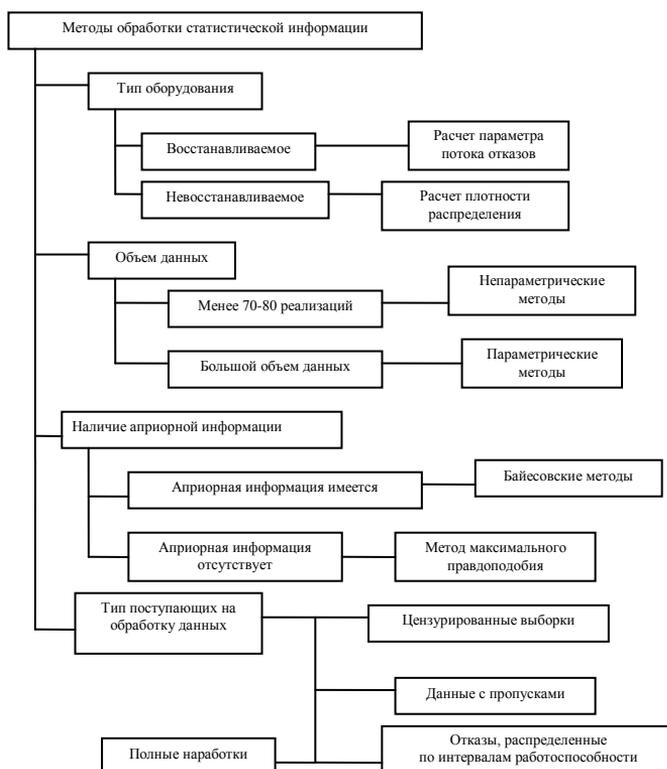


Рис. 1. Классификация схем представления данных и методов обработки статистической информации

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам анализа старения в работе оборудования. С этой целью разрабатываются различные подходы, которые позволяют ответить на вопрос: насколько эффективно продолжать функционирование объектов, выработавших назначенный ресурс. Изучение моделей учета старения в работе оборудования и анализ остаточного ресурса проводился в работах [30–37].

4. Параметрические методы обработки информации

Основная задача исследователей при применении параметрических методов состоит в обосновании вида плотности распределения наблюдаемой случайной величины и оценке параметров распределения.

Пусть необходимо оценить вектор параметров θ плотности распределения $f(\theta, t)$ на основании статистических данных. Наиболее используемым методом оценки параметров закона распределения является метод максимального правдоподобия. Определим функцию правдоподобия параметра θ как неотрицательную вещественную функцию $L(\theta, t)$, заданную на множестве $\Theta \times T$, пропорциональную функции плотности распределения:

$$L(\theta, t) = \prod_{i=1}^n f(\theta, T_i), \quad i = \overline{1, n};$$

где Θ – область определения вектора параметров θ ; T – область определения наблюдаемой случайной величины t , по результатам наблюдения за которой производится оценивание параметров θ ; T_j – реализация случайной величины t (полные наработки); T'_i – цензурированные данные; θ – в общем случае вектор параметров закона распределения. Оценкой максимального правдоподобия для заданной функции правдоподобия $L(\theta, t)$ является функция $\hat{\theta}(T)$, удовлетворяющая соотношению:

$$L\{\hat{\theta}(T), T\} = \sup_{\theta \in \Theta} L(\theta, T).$$

Для нахождения оценки θ решают уравнение

$$\frac{\partial L(\theta, T)}{\partial \theta} = 0.$$

При обработке информации с учетом цензурированных данных функция правдоподобия выглядит следующим образом:

для выборки, содержащей цензурированные наработки при цензурировании справа, имеем:

$$L_{II}(\theta, t) = \prod_{i=1}^v (1 - F(\theta, T'_i)) \prod_{j=1}^k f(\theta, T_j),$$

для цензурированной выборки при цензурировании слева функция правдоподобия имеет вид:

$$L_{II}(\theta, t) = \prod_{i=1}^v (F(\theta, T'_i)) \prod_{j=1}^k f(\theta, T_j).$$

При цензурировании интервалом функция правдоподобия запишется так

$$L(N_1, N_2, \dots, N_{k+1}, \theta) = \prod_{i=1}^{k+1} [F(\theta, \xi_i) - F(\theta, \xi_{i-1})]^{N_i}.$$

Здесь используются обозначения: моменты контроля исправности функционирования оборудования $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_k$, где $0 < \xi_1 < \xi_2 < \dots < \xi_k < \infty$. В моменты контроля является количество отказавших в интервале времени $[\xi_{i-1}, \xi_i]$ устройств, т. е. наблюдаемыми случайными величинами являются целые неотрицательные числа, характеризующие количество отказавших объектов на рассматриваемом интервале: N_1, N_2, \dots, N_{k+1} ; N_i – число устройств, отказавших в интервале $[\xi_{i-1}, \xi_i]$, $\xi_0 \equiv 0, \xi_{k+1} \equiv \infty$.

5. Непараметрические методы

Среди непараметрических методов обработки статистической информации различают ядерные, проекционных, корневые и вейвлет-методы. Покажем возможность учета цензурированных данных на примере ядерного оценивания плотности распределения. Ядерная оценка плотности распределения имеет вид:

$$f_p(x) = \frac{1}{n\sigma} \sum_{i=1}^p K\left(\frac{x-T_i}{\sigma}\right), \quad \sigma < 1.$$

Параметр σ является параметром локальности и представляет собой ширину окна, на котором задается ядро $K(x)$.

В случае, если наряду с полными наработками имеются цензурированные данные, в качестве интервалов, определяющих параметр локальности необходимо брать интервалы цензурирования. В качестве интервалов цензурирования рассматриваются элементы массива $\vec{LR} = [(l_1, r_1); (l_2, r_2); \dots; (l_s, r_s)]$.

Будем предполагать, что $l_1 < r_1 \leq l_2 < r_2 \leq l_3 \dots < r_{s-1} \leq l_s < r_s$. Количество попаданий случайной величины в соответствующий интервал обозначим $v_i, i = 1, s$. Тогда ядерную оценку плотности распределения можно записать в виде:

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{\sigma n} \left[\sum_{j=1}^p V\left(\frac{x-\xi_j}{\sigma}\right) \right] + \frac{1}{\sigma n} \left[\sum_{j=1}^s v_j \int_0^1 V\left(\frac{x-l_j-u\Delta_j}{\sigma}\right) du \right].$$

Аналогичные формулы получены и для других методов оценки: проекционной, корневой и вейвлет [38, 39].

6. Оценка плотности распределения на основании данных с пропусками

Данные с пропусками определяются следующим образом. На интервале наблюдения $[0, T]$ функционирует N однотипных объектов в составе некоторой установки (например, в составе энергоблока атомной станции). За функционированием объектов ведутся наблюдения, которые охватывают не весь период. В общем случае на некотором интервале $[T_1, T_2]$ информация об отказах не фиксируется. Известным является только то, что установка в это время работала и объекты анализа надежности функционировали в ее составе. На практике чаще всего интервал с пропущенными данными приходится на начало функционирования установки. Не ограничивая общности, будем полагать, что на

интервале $[0, T_1]$ наблюдения за поведением объектов не проводились, на интервале $[T_1, T]$ осуществлялся сбор данных о функционировании объектов анализа. Известно, что на интервале $[T_1, T]$ зафиксировано m отказов. Необходимо оценить характеристики надежности, учитывая информацию о том, что объекты находились в эксплуатации время $[0, T]$. Учет интервала функционирования, на котором не проводились наблюдения за функционированием объектов, позволяет повысить точность оценок характеристик надежности.

Рассмотрим один из подходов к решению поставленной задачи. На первом этапе необходимо сформулировать предположения о характере потока отказов на всем интервале наблюдения. Если нет особых предположений, то самым естественным будет считать поток отказов однородным. В этом случае можно спрогнозировать количество отказов на интервале, где не велось наблюдение за функционированием объектов. Ожидаемое количество отказов на данном интервале можно оценить по формуле

$$m_1 = \frac{T_1 m}{T}.$$

Дальнейшее решение заключается в применении метода размножения выборки. Суть его состоит в следующем. Обработываем данные, зафиксированные на интервале $[T_1, T]$. Строим плотность распределения по наблюдаемой информации. На основании восстановленной плотности моделируем отказы на интервале $[0, T]$ в количестве m_1 элементов. Смоделированные данные добавляем в исходную выборку и заново переоцениваем плотность распределения на всем интервале наблюдения. Для обеспечения сходимости оценок полученную плотность распределения можно использовать для нового моделирования пропущенных данных. Далее необходимо заменить в выборке смоделированные на предыдущем этапе наработки наработками, полученными на данном этапе. Описанную процедуру можно повторить несколько раз, пока не получится оптимальная оценка плотности распределения. Данный метод был реализован на практике. Приведем модельный пример применения метода размножения выборки для оценки плотности распределения на основании данных с пропусками. На интервале работоспособности от 0,3 до 1,5 условных единиц времени наблюдалось 100 отказов. По результатам наблюдений построили непараметрическую оценку плотности распределения. Интервал с пропущенными данными изменяется от 0 до 0,3 у.е. На данном интервале было смоделировано 20 отказов, которые дополнили к основной выборке и вновь оценили плотность распределения. На основании полученной плотности на всем временном интервале смоделировали новые данные и заменили предыдущий результат моделирования. Вновь переоценили плотность распределения. Повторили данную процедуру n раз. Результат оценки плотности распределения приведен на рисунке 2. На рисунке изображено несколько оценок плотности, которые с каждой итерацией переоценки дают все более достоверный результат.

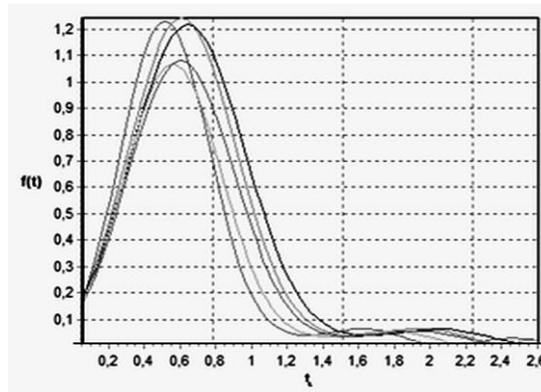


Рис. 2. Непараметрическая оценка плотности распределения с учетом пропущенных данных

Заключение

Демонстрируемые методы обработки статистической информации применялись при решении конкретных задач по выработке управляющих воздействий по обеспечению безопасности, повышению экономичности, совершенствованию стратегий технического обслуживания и ремонта (ТОиР), включая перепланирование ремонтных циклов и корректировку запасов материально-технических ресурсов (МТР), на основании данных реальной эксплуатации.

Литература

1. Анализ надежности технических систем по цензурированным выборкам. – М.: Радио и связь, 1988.
2. Антонов А.В. Системный анализ. Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2006.
3. Там же.
4. Закс Ш. Теория статистических выводов. – М.: Мир, 1975.
5. Крамер Г. Математические методы статистики. – М.: Мир, 1975.
6. Де Гроот М. Оптимальные статистические решения. – М.: Мир, 1974.
7. Теория статистических выводов...
8. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Физматлит, 1962.
9. Математические методы статистики...
10. Теория вероятностей...
11. Антонов А.В., Никулин М.С. Статистические модели в теории надежности: Учеб. пособие. – М.: Абрис (Высш. шк.), 2012.
12. Abdushukurov A. Nonparametrical Estimation of Survival Functions by Censored Data // Applied Methods of Statistical Analysis/ Simulations and Statistical Inference. – Novosibirsk, 2011. – P. 249-252.
13. Статистические модели в теории надежности...
14. Крянев А.В., Лукин Г.В. Математические методы обработки неопределенных данных. – М.: Физматлит, 2003.

15. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практике. – М.: СОЛОН-Р, 2002.
16. Системный анализ...
17. Антонов А.В., Зюляева Н.Г., Чепурко В.А. Исследование метода ядерной оценки плотности распределения // Надежность. – № 1. – 2007. – С. 3–12.
18. Антонов А.В., Зюляева Н.Г., Чепурко В.А. Результаты исследования метода вейвлет-оценки плотности распределения // Надежность. – № 4. – 2007. – С. 19–29.
19. Антонов А.В., Острейковский В.А. Оценивание характеристик надежности элементов и систем ЯЭУ комбинированными методами. – М.: Энергоатомиздат, 1993.
20. Анализ надежности технических систем...
21. Системный анализ...
22. Антонов А.В., Чепурко В.А. Построение непараметрической плотности распределения на основании цензурированной информации // Надежность. – № 2. – 2005. – С. 3–13.
23. Исследование метода ядерной оценки...
24. Результаты исследования метода вейвлет-оценки...
25. Антонов А.В., Зюляева Н.Г., Чепурко В.А., Белоусов А.Я., Таратунин В.В. Статистический анализ эксплуатационной надежности электронасосных агрегатов ЦН 60-180 реакторов ВВЭР-1000 методами ядерного оценивания // Известия вузов РФ. Ядерная энергетика. – № 3. – 2009. – С. 5–14.
26. Антонов А.В., Зюляева Н.Г., Чепурко В.А., Белоусов А.Я., Таратунин В.В. Статистический анализ эксплуатационной надежности электронасосных агрегатов ЦН 60-180 реакторов ВВЭР-1000 методами корневого оценивания // Автоматика и телемеханика. – 2010. – № 7. – С. 160–172.
27. Системный анализ...
28. Оптимальные статистические решения...
29. Теория статистических выводов...
30. Антонов А.В., Белова К.А., Чепурко В.А. Статистический анализ данных об отказах оборудования АЭС с учетом неоднородности потока отказов // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2011. – № 2. – С. 75–87.
31. Антонов А.В., Пляскин А.В., Татаев Х.Н. Оптимизация состава запасных изделий энергоблоков АЭС с учетом частичной выработки их ресурса // Ядерная физика и инжиниринг. – 2012. – Т. 3. – № 5. – С. 1–6.
32. Антонов А.В., Поляков А.А., Родионов А.Н. Учет эффекта старения при анализе надежности и безопасности энергоблоков АС // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2008. – № 2. – С. 10–20.
33. Антонов А.В., Соколов С.В., Чепурко В.А. Оценка остаточного ресурса невосстанавливаемых элементов электрооборудования СУЗ реактора РБМК-1000 1 блока Смоленской АЭС // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2007. – № 3. – Выпуск 1. – С. 38–44.
34. Антонов А.В., Чепурко В.А. Оценка показателей надежности систем стареющего типа на примере систем ядерно-энергетической отрасли // Надежность. – № 1. – 2010. – С. 19–28.
35. Antonov A., Belova K., Chepurko V. On one method of reliability coefficients calculation for objects in non-homogeneous event flows // Mathematical and Statistical models in reliability. Applications to medicine, finance and quality control. – Birkhauser, Boston, Basel, Berlin. – 2010. – P. 51–67.

36. Antonov A.V., Chepurko V.A., Polyakov A., Rodionov A. Application of Generalized Linear Model for time-dependent trend assessment – a case study for the Ageing PSA Network // Reliability Engineering and System Safety. – Vol. 94. – № 6. – 2009. – P. 1021–1029.
37. Antonov A.V., Poliakov A.A. One Statistical Age-Dependent Reliability Model in Operating of Nuclear Power Plant Equipment // Methodology, Practice and Interference: International Conference on Mathematical Methods in Reliability. – Glasgow, 2007.
38. Статистический анализ эксплуатационной...
39. Построение непараметрической плотности распределения...

*М.М. Алексеев, О.Ю. Семенов, В.П. Самсонов,
Н.А. Ненахова, Е.А. Лаиманова*

МОДЕЛИРОВАНИЕ «ПАРАДОКСА» ПОРШНЯ

Исследование гидродинамических явлений при распространении фронта пламени в трубах, шахтах, камерах внутреннего сгорания и т.п. является типичной задачей внутренней баллистики. Наличие в камере сгорания перегородок, подвижных стенок, поршней и т.п. создает гидродинамические ситуации, порождающие колебания элементов конструкции камеры сгорания, продуктов сгорания и фронта пламени. Элементы колебательной системы образуют обратную связь, управляющую механическим движением тел, гидродинамикой пламени, скоростью и неустойчивостью процесса горения. В настоящее время в научной литературе весьма ограничены сведения об экспериментальных исследованиях взаимодействия фронта пламени с элементами конструкций камеры внутреннего сгорания. В отдельных работах, например [1, 2], упоминаются исследования, посвященные лишь визуализации течений горючих смесей в двигателях внутреннего сгорания или визуализации фронта пламени на ранних стадиях после воспламенения смеси [3].

Целью данной работы является экспериментальное изучение закономерностей распространения фронта пропано-воздушного пламени за поршнем в трубе от ее закрытого конца. Отличительной особенностью экспериментов является использование малого объема горючей газовой смеси, при котором объем продуктов сгорания равен или меньше внутреннего объема трубы. Отношение объемов трубы и продуктов сгорания в системе отсчета, связанной с трубой, определяет координату положения равновесия поршня. При равной скорости расширения продуктов сгорания и поршня достигается положение равновесия, когда на поршень не действуют силы давления со стороны расширяющихся продуктов сгорания. В момент, когда поршень проходит положение равновесия, за ним в недогоревшей горючей смеси и продуктах сгорания происходит понижение давления, так как при конечной скорости горения смеси фронт пламени не успевает компенсировать падение давления за поршнем. Поршень тормозит и начинает движение назад. Возникает колебательный процесс, в котором скорости распространения фронта пламени и поршня согласованы. В отдельные фазы колебаний поршень может двигаться навстречу фронту пламени. Это явление, названное в данной работе «парадоксом» поршня, сопровождается неустойчивостью фронта пламени и колебаниями его скорости распространения. Скорость распространения пламени, геометрические размеры камеры сгорания и масса поршня определяют основную частоту колебательной системы. Она, в свою очередь, влияет на неустойчивость горения в камере сгорания.

Для проведения исследований была собрана экспериментальная установка, схема которой представлена на рисунке 1.

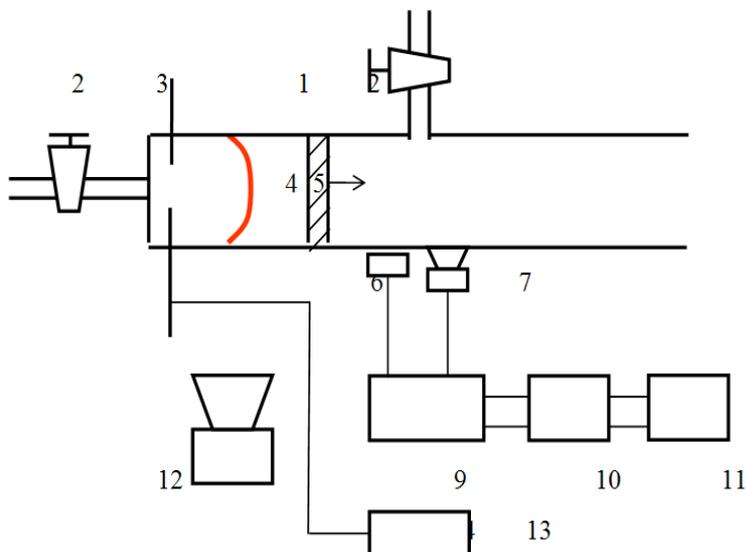


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

*Примечания: 1 – труба, закрытая с одного конца; 2 – вентиль для заполнения трубы пропано-воздушной смесью; 3 – высоковольтные электроды; 4 – фронт пламени; 5 – поршень; 6 и 7 – пьезокерамический датчик давления и микрофон; 9 и 10 – микшерное устройство и аналогово-цифровой преобразователь сигналов; 11 – компьютер; 12 – цифровая скоростная фото-видеокамера; 13 – автомобильная высоковольтная катушка.

Использовали цилиндрические трубы и трубы с прямоугольным поперечным сечением. Стенки цилиндрических труб стеклянные. Диаметр труб изменяли от 5 мм до 110 мм. В трубах с прямоугольным поперечным сечением стенки изготавливали из прозрачного плексигласа. Минимальное расстояние между стенками устанавливали равным 3 мм. Горючие смеси готовили в газометре вытеснения с погрешностью менее 0,1%. Скорость распространения пламени регулировали путем изменения концентрации пропана в смеси с воздухом. Начальный объем горючей смеси изменяли от V_0 до $0,05V_0$, где V_0 – внутренний объем трубы. Скорость распространения, амплитуду и частоту колебаний фронта пламени и поршня вычисляли по изменениям положения их изображений на отдельных кадрах видеофильма.

Фрагменты из видеофильма, иллюстрирующие распространение фронта пламени и поршня при горении пропано-воздушной смеси в плоском канале, представлены на рис. 2. Они позволяют выявить характерные особенности развития гидродинамической неустойчивости. Видно, что во всем диапазоне концентраций горючего газа в смеси неустойчивость проявляется в развитии мелкомасштабных возмущений на поверхности пламени. В момент времени, когда амплитуда колебаний становится максимальной, мелкомасштабные возмущения сменяются одним возмущением в виде глубокой воронки (пятый кадр сверху на рисунке). Физический механизм происхождения воронки обусловлен разностью скорости колебательного движения столба газа и нормальной скорости распространения фронта пламени. В научной литературе явление развития воронки известно как «тюльпанообразное» пламя [4, 5]. В момент формирования воронки поршень

совершает первое возвратное движение навстречу пламени. Это, на первый взгляд, парадоксальное явление связано с конечной скоростью распространения пламени и недостаточной степенью расширения продуктов сгорания. В длинных цилиндрических трубах, в которых внутренний объем трубы больше объема продуктов сгорания, наблюдаемый эффект более значителен. Это объясняется тем, что с увеличением длины трубы амплитуда колебаний поршня увеличивается пропорционально длине трубы и скорости распространения пламени.

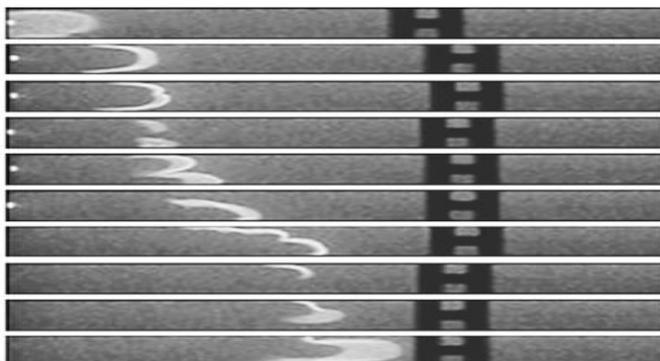


Рис. 2. Фрагменты из видеофильма, иллюстрирующие «парадокс» поршня

Амплитуда колебаний фронта пламени обратно пропорциональна видимой скорости распространения пламени. На рисунке 2 видно, что «парадокс» поршня заметен и в последующие периоды колебаний. Иногда колебания сопровождаются гашением пламени (см. третий кадр снизу).

Кроме условия, налагаемого на амплитуду колебаний, для наблюдения «парадокса» поршня необходимо выполнение фазовых соотношений между колебаниями скорости распространения фронта пламени и поршня. Они иллюстрируются графиками зависимости координаты поршня и ведущей точки фронта пламени от времени для прямоугольной трубы, представленными на рисунке 3.

Обращает на себя внимание тот факт, что колебания поршня происходят вокруг некоторого положения равновесия. Положение равновесия поршня определяется геометрическим центром объема горячих продуктов сгорания и недогоревшей горючей смеси за поршнем. Координата центра смещается вследствие остывания продуктов горения и влияния сил трения между поверхностью поршня и трубы. Положение равновесия фронта пламени является функцией координаты самого фронта пламени. Точка касания графиков относится к моменту времени, когда пламя «догоняет» поршень. Из графиков следует, что колебания поршня происходят с опережением колебаний фронта пламени примерно на четверть периода. В последнюю четверть периода скорости фронта пламени и поршня направлены противоположно друг другу. Из графика зависимости координаты фронта пламени от времени видно, что при некоторой минимальной видимой скорости распространения пламени колебания фронта пламени прекращаются. Они компенсируются большей скоростью расширения остатков горючей смеси за поршнем.

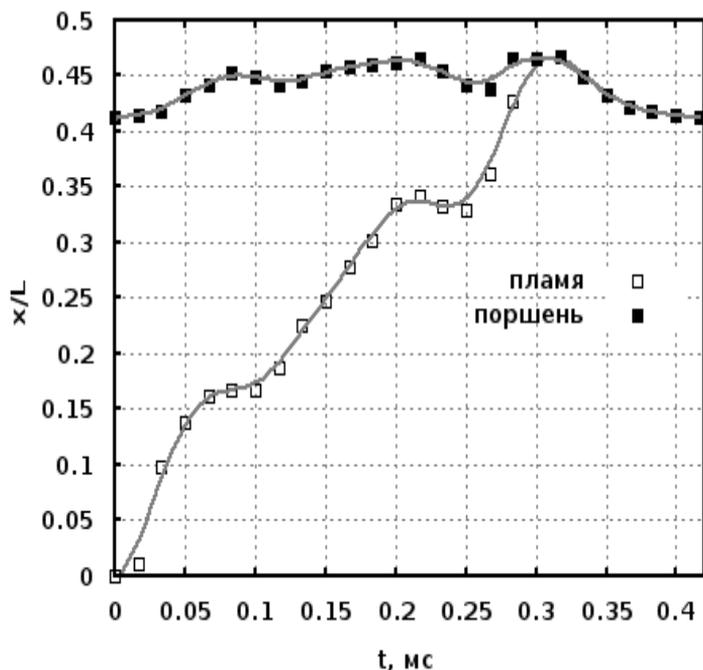


Рис. 3. Зависимости амплитуды колебаний фронта пламени и поршня от времени

Определим условия наблюдения «парадокса» поршня. При распространении пламени по горючей газовой смеси в объеме трубы, ограниченном закрытым концом трубы и поршнем, нарастание давления происходит не мгновенно, а по мере выгорания смеси. Скорость нарастания давления пропорциональна видимой скорости распространения пламени. Горючая газовая смесь увлекается двигающимся поршнем, поэтому видимая скорость распространения пламени в системе отсчета, связанной с трубой, равна

$$u_b = \bar{v} + u_n \frac{\rho_0}{\rho_b} \cdot \frac{S_f}{S}, \quad (1)$$

где u_b и u_n – видимая и нормальная скорости распространения пламени, \bar{v} – средняя по сечению трубы скорость расширения газа, ρ_b и ρ_0 – плотность продуктов горения и свежей горючей газовой смеси, S_f и S – площадь поверхности пламени и поперечного сечения трубы. Относительно поршня фронт пламени движется со скоростью $(u_b - \bar{v})$.

Поскольку $(u_b \leq \bar{v})$, то фронт пламени в течение полупериода колебаний, характеризуемого положительным перепадом давления, отстает от поршня. Если к концу следующей половины периода колебаний горючая смесь сгорает полностью, то поршень возвращается к положению равновесия с координатой $x_0 = l\alpha$, где $\alpha = P_b/P_0$ – коэффициент расширения продуктов сгорания, P_b и P_0 – давление в продуктах сгорания и атмосферное давление, l – координата начального положения поршня. За время, равное

полупериоду колебания, смесь может сгореть не полностью. Фронт пламени не успевает «догнать» поршень. В этом случае наблюдается встречное движение фронта пламени и поршня, представляющее собой явление «парадокса» поршня.

Минимальная нормальная скорость распространения пламени, при которой может наблюдаться «парадокс» поршня, может быть определена из условия сгорания всей горючей смеси за время, равное половине периода колебания поршня. Период колебаний определяется собственной частотой столба газа, находящегося сзади поршня. Координата положения равновесия поршня смещается к открытому концу трубы по закону $x = u_b \frac{T}{2}$, где T – период колебаний поршня. Выражение для периода колебаний поршня следует из условия упругих колебаний столба газа:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_0}} = 2\pi \sqrt{\frac{\rho_0 L^2 (\alpha + \beta - 1)}{\beta P_0}}, \quad (2)$$

где m – масса продуктов сгорания за поршнем, k_0 – коэффициент упругости продуктов сгорания, а коэффициент заполнения трубы горючей смесью β вычисляется как отношение объема горючей смеси V к объему трубы $(V + V_0)$: $\beta = V / (V + V_0)$, V_0 – объем воздуха в трубе перед поршнем, L – длина трубы. Объем сгоревшей части смеси за период колебаний поршня равен $(u_b - \bar{v}) \cdot S \frac{T}{2}$. Его максимальная величина не может

быть больше $V \frac{T_b}{T_0}$. Поэтому, приравнявая соотношения для объемов газа, с учетом формулы (2) получим:

$$u_b = \bar{v} + \pi \frac{V T_b}{S T_0} \sqrt{\frac{\beta P_0}{\rho_0 L^2 (\alpha + \beta - 1)}}.$$

Подставляя в полученное выражение формулу (1), получим связь минимальной нормальной скорости распространения пламени с параметрами камеры сгорания:

$$u_n = \frac{\pi V}{L S_f} \frac{\mu_b}{\mu_0} \sqrt{\frac{\beta P_0}{\rho_0 (\alpha + \beta - 1)}},$$

где μ_b и μ_0 – молярная масса продуктов сгорания и исходной горючей смеси.

Графики зависимости минимальной нормальной скорости распространения пламени, при которой наблюдали «парадокс» поршня, от длины трубы представлены на рисунке 4.

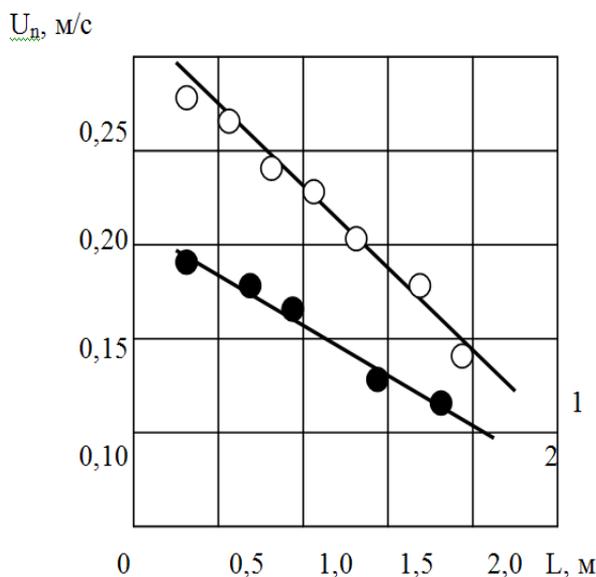


Рис. 4. Графики зависимости минимальной нормальной скорости распространения пламени

Прямые 1 и 2 построены для трубы с внутренним диаметром 0,5 см и различными коэффициентами заполнения горючей смесью, равными соответственно 0,1 и 0,2. Для труб меньшей длины верхнее и нижнее значения минимальной нормальной скорости распространения фронта пламени увеличиваются.

Обнаруженные закономерности колебаний газа и поршня определяют гидродинамику горения газа. Они могут быть использованы при проектировании газопроводов, шахт, двигателей внутреннего сгорания, механизмов и сооружений для повышения КПД установок с горением и обеспечения условий их безопасной эксплуатации.

Литература

1. Lumley J.L. Early work on fluid mechanics in the IC engine // Annual Reviews of Fluid Mechanics. – 2001. – V. 33. – P. 319–38.
2. Bates S.C. A Displaced-Line Velocity Diagnostic and its Application in a Visualization Engine // Experiments in Fluids. – 1989. – V. 7. – № 5. – P. 335–343.
3. De Soete G.C. Propagation Behavior of Spark Ignited Flames in Early Stages // International Conference on Combustion. – Institute of Mechanical Engineers, 1983. – V.1. – P. 93–100.
4. Petchenko A. Violent Folding of a Flame Front in a Flame-Acoustic Resonance // Physical Review Letters. – 2006. – 97. – P. 164501–164504.
5. Clanet C. On the «Tulip Flame» Phenomenon // Combustion and Flame. – 1996. – V. 105. – P. 225–238.

И.В. Бычин, А.В. Гореликов, А.В. Ряховский

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОНВЕКЦИИ В СФЕРИЧЕСКОМ СЛОЕ

Введение

Исследование естественной конвекции во вращающихся сферических слоях в центральном поле тяжести актуально для решения многих фундаментальных проблем геодинимики, астрофизики и физики атмосферы. В их числе задача о генерации геомагнитного поля. Сложность создания адекватной математической модели геомагнитного поля связана прежде всего с отсутствием прямых сведений о процессах, протекающих в ядре Земли, его составе и физических свойствах. Существуют принципиально различные модели геомагнетизма (см., например, [1–4]), но во всех этих моделях естественная конвекция во внешнем ядре Земли является механизмом, создающим и поддерживающим магнитное поле. В настоящий момент имеется достаточно много работ по численному моделированию естественной конвекции в сферических слоях, в которых данная задача рассматривается в разных вариантах [5–11]. Для получения численных решений в этих работах используются различные подходы и численные методы: конечно-разностные, спектральные и полуспектральные. Основной моделью генерации магнитного поля Земли в настоящее время является модель геодинамо. В работах [12–15] по исследованию конвекции и МГД-течений получен ряд важных результатов, касающихся инверсии геомагнитного поля и восточного дрейфа твердого внутреннего ядра Земли. Восточный дрейф внутреннего ядра был подтвержден экспериментально на основе изучения сейсмологических данных в работах [16, 17].

В настоящей работе численно исследуются ламинарные режимы естественной конвекции во вращающемся сферическом слое в центральном поле тяжести. Задача рассмотрена в полной трехмерной постановке, учитывающей возможность вращения внутреннего твердого ядра под действием сил вязкого трения со стороны жидкости. Исследуется влияние скорости вращения внешней границы слоя на структуру и характеристики возникающих конвективных течений.

Постановка задачи и математическая модель

Рассматривалась задача о естественной конвекции вязкой несжимаемой жидкости в сферическом слое G_L , с внутренним радиусом r_0 и толщиной H (рис. 1). Предполагалось, что поле силы тяжести центральное ($\mathbf{g} = g\mathbf{e}_r$, $g = const$). Внешняя граница слоя G_L твердая и вращается с постоянной угловой скоростью ω_0 вокруг оси z . Внутри области G_L находится твердый однородный шар G_s (внутреннее ядро) радиуса r_0 с моментом инерции I . Шар G_s может вращаться вокруг оси z под действием сил вязкого трения со стороны жидкости. Границы слоя G_L – изотермические, температура внутренней границы T_h больше температуры внешней T_c .

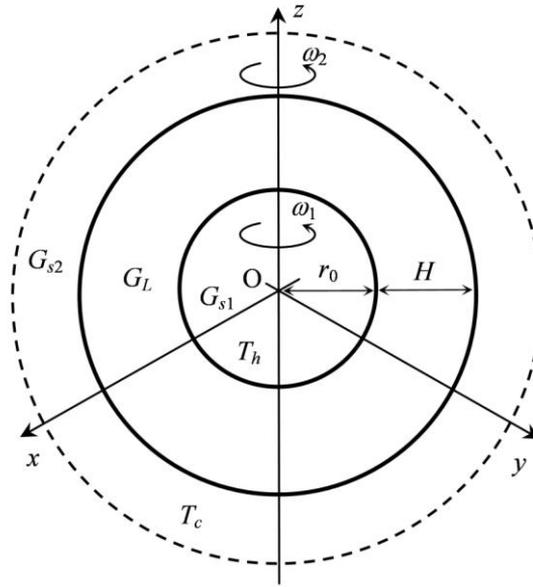


Рис. 1. Иллюстрация к постановке задачи

Изотермическая жидкость, заполняющая сферический слой G_L , в стационарном состоянии будет вращаться, как твердое тело с угловой скоростью ω_0 . Давление при твердотельном вращении изотермической жидкости имеет вид:

$$p_0 = \rho_0 \mathbf{g} \cdot \mathbf{r} + \frac{\rho}{2} [\boldsymbol{\omega}, \mathbf{r}]^2 + const.$$

Задача о конвекции в сферическом слое рассматривалась в приближении Буссинеска в инерциальной системе отсчета. При использовании приближения Буссинеска для уравнений свободной конвекции во вращающемся сферическом слое в уравнении движения появляется слагаемое, содержащее центробежное ускорение $[\boldsymbol{\omega}_0, [\mathbf{r}, \boldsymbol{\omega}_0]]$. В настоящей работе предполагалось, что $\omega_0^2 r \ll g$, т.е. влияние центробежной силы пренебрежимо мало.

В статье используются следующие обозначения: r, θ, φ – сферические координаты; $\mathbf{e}_r, \mathbf{e}_\theta, \mathbf{e}_\varphi$ – орты в сферических координатах; t – время; \mathbf{u} – скорость жидкости; p – давление, $p = p_0 + p'$; p' – отклонение от p_0 , вызванное естественной конвекцией; $\boldsymbol{\sigma}$ – тензор вязких напряжений; T – температура; α – коэффициент температуропроводности; β – коэффициент объемного расширения; ρ_0 – плотность жидкости при температуре T_c ; ν – кинематическая вязкость; μ – динамическая вязкость.

Безразмерные переменные и параметры задачи определялись по формулам:

$$R = r/H; \quad \tau = \alpha t/H^2; \quad \mathbf{U} = H \mathbf{u}/\alpha, \quad (\mathbf{U} = U \mathbf{e}_r + V \mathbf{e}_\theta + W \mathbf{e}_\varphi); \quad \Omega = H^2 \omega/\alpha;$$

$$P' = H^2 p' / \alpha \mu; \quad P = P' + \frac{1}{2 \text{Pr}} [\mathbf{\Omega}, \mathbf{R}]^2; \quad \mathbf{S} = H^2 \boldsymbol{\sigma} / \alpha \mu; \quad \Theta = (T - T_c) / (T_h - T_c).$$

$A = r_0 / H$ – аспектное отношение; $Ra = g \beta (T_h - T_c) H^3 / \alpha \nu$ – число Релея; $\text{Pr} = \nu / \alpha$ – число Прандтля; $J = I / \rho_0 H^5$ – безразмерный момент инерции шара G_s .

Система уравнений свободной конвекции в приближении Буссинеска в сферических координатах (R, θ, ϕ) :

$$\frac{1}{\text{Pr}} \left(\frac{\partial U}{\partial \tau} + (\mathbf{U} \nabla) U - \frac{V^2 + W^2}{R} \right) = - \frac{\partial P}{\partial R} + \nabla^2 U - \frac{2U}{R^2} - \frac{2}{R^2 \sin \theta} \frac{\partial (V \sin \theta)}{\partial \theta} - \frac{2}{R^2 \sin \theta} \frac{\partial W}{\partial \phi} + Ra \Theta, \quad (1)$$

$$\frac{1}{\text{Pr}} \left(\frac{\partial V}{\partial \tau} + (\mathbf{U} \nabla) V + \frac{UV}{R} - \frac{ctg \theta}{R} W^2 \right) = - \frac{1}{R} \frac{\partial P}{\partial \theta} + \nabla^2 V + \frac{2}{R^2} \frac{\partial U}{\partial \theta} - \frac{V}{R^2 \sin^2 \theta} - \frac{2 \cos \theta}{R^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial W}{\partial \phi}, \quad (2)$$

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\text{Pr}} \left(\frac{\partial W}{\partial \tau} + (\mathbf{U} \nabla) W + \frac{UW}{R} + \frac{VW}{R} ctg \theta \right) = \\ & = - \frac{1}{R \sin \theta} \frac{\partial P}{\partial \phi} + \nabla^2 W + \frac{2}{R^2 \sin \theta} \frac{\partial U}{\partial \phi} + \frac{2 \cos \theta}{R^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial V}{\partial \phi} - \frac{W}{R^2 \sin^2 \theta} \end{aligned}, \quad (3)$$

$$\frac{1}{R^2} \frac{\partial}{\partial R} (R^2 U) + \frac{1}{R \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} (\sin \theta V) + \frac{1}{R \sin \theta} \frac{\partial W}{\partial \phi} = 0, \quad (4)$$

$$\frac{\partial \Theta}{\partial \tau} + (\mathbf{U} \nabla) \Theta = \nabla^2 \Theta, \quad (5)$$

где $\nabla^2 = \frac{1}{R^2} \frac{\partial}{\partial R} \left(R^2 \frac{\partial}{\partial R} \right) + \frac{1}{R^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{R^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \phi^2}$,

$$(\mathbf{U} \nabla) = U \frac{\partial}{\partial R} + \frac{V}{R} \frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{W}{R \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \phi}.$$

Граничные условия:

$$R = A: \quad \Theta = 1; \quad U = V = 0; \quad W = A \Omega_s(\tau) \sin \theta; \quad (6)$$

$$R = A+1: \quad \Theta = 0; \quad U = V = 0; \quad W = (A+1) \Omega_0 \sin \theta; \quad (7)$$

Угловая скорость $\Omega_s(\tau)$ находится из уравнения движения шара G_s :

$$J \frac{d\Omega_s}{d\tau} = \text{Pr} \iint_{S_A} [\mathbf{R}, \mathbf{f}]_z dS, \quad (8)$$

где S_A – граница шара G_s , \mathbf{f} – сила трения, действующая на единицу площади S_A , \mathbf{R} – безразмерный радиус-вектор точки.

Силу трения \mathbf{f} можно выразить через компоненты тензора вязких напряжений, и в результате уравнение (8) записывается следующим образом:

$$J \frac{d\Omega_s}{d\tau} = \text{Pr} A^3 \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \left(\frac{\partial W}{\partial R} - \frac{W}{R} \right) \Big|_{R=A} \sin^2 \theta d\theta d\phi. \quad (9)$$

Используя граничные условия (6) на азимутальную компоненту скорости W , уравнение (9) можно записать в виде:

$$\frac{d\Omega_s(\tau)}{d\tau} + \frac{8\pi}{3} C \Omega_s(\tau) = C F(\tau), \quad (10)$$

$$\text{где } F(\tau) = \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \frac{\partial W}{\partial R} \Big|_{R=A} \sin^2 \theta d\theta d\phi, \quad C = \frac{\text{Pr} A^3}{J}.$$

Решение уравнения (10) имеет вид:

$$\Omega_s(\tau) = \Omega_s(\tau_0) \exp\left(-\frac{8\pi}{3} C(\tau - \tau_0)\right) + C \int_{\tau_0}^{\tau} F(\xi) \exp\left(-\frac{8\pi}{3} C(\tau - \xi)\right) d\xi. \quad (11)$$

При численном решении зависимость угловой скорости вращения внутреннего ядра G_s от времени (11) аппроксимировалась следующим образом:

$$\Omega_s(\tau) \approx \Omega_s(\tau_0) \exp\left(-\frac{8\pi}{3} C h\right) + \frac{3}{8\pi} \left(\frac{F(\tau) + F(\tau_0)}{2} \right) \left(1 - \exp\left(-\frac{8\pi}{3} C h\right) \right), \quad (12)$$

где

$$F(\tau) = \sum_{j,k} \int_{\phi_w(k)}^{\phi_e(k)} \int_{\theta_n(j)}^{\theta_s(j)} \frac{\partial W}{\partial R} \Big|_{R=A} \sin^2 \theta d\theta d\phi \approx \sum_{j,k} \gamma_{jk} \left(\frac{W(2, j, k; \tau) - W(1, j, k; \tau)}{R(2) - R(1)} \right),$$

$$\gamma_{jk} = \int_{\phi_w(k)}^{\phi_e(k)} \int_{\theta_n(j)}^{\theta_s(j)} \sin^2 \theta d\theta d\phi = 0,5 [\phi_e(k) - \phi_w(k)] [\theta - 0,5 \sin 2\theta] \Big|_{\theta_n(k)}^{\theta_s(j)},$$

h – шаг по времени ($h = \tau - \tau_0$); $\theta_n(j)$, $\theta_s(j)$, $\phi_w(k)$, $\phi_e(k)$ – массивы, содержащие положения граней контрольных объемов по координатам θ и ϕ (суммирование проводится по контрольным объемам, прилегающим к внутренней границе расчетной области).

Начальные условия ($\tau = 0$):

$$U = V = 0; \quad W = \Omega_0 R \sin \theta; \quad \Omega_s = \Omega_0; \quad \Theta = \frac{A(A+1)}{R} - A. \quad (13)$$

Тепловые потоки на границах сферического слоя G_L вычислялись по формулам:

$$Q_1 = - \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \left(\frac{\partial \Theta}{\partial R} R^2 \right) \Big|_{R=A} \sin \theta d\theta d\phi \approx \sum_{j,k} \frac{\Theta(1, j, k; \tau) - \Theta(2, j, k; \tau)}{R(2) - R(1)} \Delta S_{jk} \Big|_{R=A}, \quad (14)$$

$$Q_2 = - \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \left(\frac{\partial \Theta}{\partial R} R^2 \right) \Big|_{R=A+1} \sin \theta d\theta d\phi \approx \sum_{j,k} \frac{\Theta(n_R - 1, j, k; \tau) - \Theta(n_R, j, k; \tau)}{R(n_R) - R(n_{R-1})} \Delta S_{jk} \Big|_{R=A+1}, \quad (15)$$

где $\Delta S_{jk} = \int_{\theta_n(j)\phi_w(k)}^{\theta_s(j)\phi_e(k)} R^2 \sin \theta d\theta d\phi = R^2 [\cos \theta_n(j) - \cos \theta_s(j)] [\phi_e(k) - \phi_w(k)]$ – площади граней контрольных объемов, ортогональных радиусу.

Числа Нуссельта:

$$N_{1,2} = \frac{Q_{1,2}}{Q_{1,2} \Big|_{Ra=0}}, \quad (16)$$

где $Q_{1,2} \Big|_{Ra=0}$ – стационарный тепловой поток в режиме теплопроводности. В стационарном состоянии $N_1 = N_2 = N$.

Структуру конвективных течений более наглядно представлять в системе отсчета, которая равномерно вращается вместе с внешней границей сферического слоя G_L . В этой системе отсчета азимутальная составляющая скорости жидкости имеет вид:

$$W' = W - \Omega_0 R \sin \theta. \quad (17)$$

Численное решение и тесты

При численном решении системы уравнений свободной конвекции (1-3) использовался метод контрольного объема [18] в сферических координатах. Дискретные аналоги уравнений (1), (3) получены с использованием неявной схемы и схемы со степенным законом для аппроксимации конвективных и диффузионных потоков на гранях контрольных объемов. Расчет поля течения производился по модифицированному полунеявному методу для связывающих давление уравнений SIMPLER [19]. Программный код распараллелен с помощью директив стандарта OpenMP для использования на многопроцессорных вычислительных системах с общей памятью. Скорость выполнения многопоточного кода на четырехъядерном процессоре класса Intel Core 2 Quad при расчете на сетке $n_R = 62$, $n_\theta = 82$, $n_\phi = 122$ (n_r , n_θ , n_ϕ – количество расчетных точек вдоль соответствующих координатных линий) увеличивается примерно в 2,2 раза по сравнению со скоростью выполнения однопоточного кода.

Программа для численного решения задач гидродинамики и теплообмена тестировалась на достаточно большом количестве краевых и начально-краевых задач, имеющих аналитическое решение. В качестве одного из тестов рассматривалась начально-краевая

задача о нестационарном течении изотермической жидкости через сферический слой вдоль оси Oz (тест № 1):

$$G_L = \{ (R, \theta, \phi) : 0.5 < R < 1; 0 \leq \theta \leq \pi; 0 \leq \phi < 2\pi \} :$$

$$\frac{DU}{D\tau} = -\nabla P + \operatorname{div} \mathbf{S} + \cos \tau \mathbf{F}(R, \theta, \phi),$$

$$\operatorname{div} \mathbf{U} = 0,$$

$$\mathbf{U}|_{R=0.5} = \sin \tau \mathbf{F}|_{R=0.5}, \quad \mathbf{U}|_{R=1} = \sin \tau \mathbf{F}|_{R=1}, \quad \mathbf{U}|_{\tau=0} = 0,$$

$$\text{где } \mathbf{F}(R, \theta, \phi) = 0.5 \cdot ([R \sin \theta \cos \phi]^2 - 1)(\cos \theta \mathbf{e}_r - \sin \theta \mathbf{e}_\theta).$$

$$\text{Аналитическое решение: } \mathbf{U}_0 = \mathbf{F}(R, \theta, \phi) \sin \tau, \quad P_0 = R \cos \theta \sin \tau + \text{const}.$$

Точность численного решения оценивалась по максимальным абсолютным и средним относительным ошибкам, которые определялись по формулам:

$$\Delta f = \max_{G_L} |f - f_0|; \quad \delta f = \frac{1}{V_L} \int_{G_L} \left| \frac{f - f_0}{f_0} \right| dV \cdot 100\% ;$$

здесь: f – зависимая переменная; V_L – объем сферического слоя.

В таблице 1 приведены максимальные значения ошибок для компонент скорости за время $\tau \in [1, 3]$, для азимутальной компоненты W приведена только абсолютная ошибка, поскольку $W_0 \equiv 0$.

Таблица 1

Результаты теста № 1

$n_r \times n_\theta \times n_\phi$	ΔU	$\delta U, \%$	ΔV	$\delta V, \%$	ΔW
$7 \times 16 \times 30$	$1,734 \cdot 10^{-3}$	0,3021	$5,191 \cdot 10^{-3}$	0,8735	$1,121 \cdot 10^{-3}$
$12 \times 32 \times 62$	$4,015 \cdot 10^{-4}$	0,0655	$1,155 \cdot 10^{-3}$	0,1910	$2,798 \cdot 10^{-4}$
$22 \times 62 \times 122$	$1,272 \cdot 10^{-4}$	0,0164	$2,945 \cdot 10^{-4}$	0,0460	$7,384 \cdot 10^{-5}$

Кроме задач, имеющих аналитическое решение, в качестве теста рассматривалась задача о сферическом течении Куэтта. Сферическое течение Куэтта – это течение вязкой несжимаемой изотермической жидкости, возникающее в сферическом слое из-за разницы угловых скоростей вращения границ слоя. Далее представлены результаты расчетов стационарного осесимметричного режима течения для случая, когда вращается только внутренняя сфера с постоянной угловой скоростью ω_0 (тест № 2). Использовался двумерный вариант программы для моделирования осесимметричных течений. Расчеты проводились на сетке $n_R = 102$, $n_\theta = 302$.

Решение задачи определяется двумя параметрами: $\operatorname{Re} = \frac{\omega_0 H r_0}{\nu}$ – число Рейнольдса и $\delta = \frac{H}{r_0}$ – относительная толщина слоя ($\delta = 1/A$). В качестве характерной для

данной задачи скорости выбиралась максимальная скорость вращения внутренней сферы $\omega_0 r_0$. Расчеты проводились для $\delta=1,27$, значение числа Рейнольдса варьировалось в диапазоне от 10 до 550. Результаты расчетов сравнивались с данными работы Dumas G. [20], в которой для численного решения использовался спектральный метод. Результаты, полученные в [21], хорошо согласуются с экспериментальными данными [22].

Типичная для случая вращения внутренней границы сферического слоя структура меридионального течения представлена на рис. 2а ($Re=550$). На рисунке 2а показаны изолинии функции тока Ψ , которая для течения с осевой симметрией в сферических координатах определяется следующей системой уравнений [23]:

$$U = \frac{1}{R^2 \sin \theta} \frac{\partial \Psi}{\partial \theta}, \quad V = -\frac{1}{R \sin \theta} \frac{\partial \Psi}{\partial R}.$$

Значения функции тока вычислялись по формуле:

$$\Psi(R, \theta) = -\sin \theta \int_A^R R V(R, \theta) dR.$$

Течение для всех чисел Рейнольдса из рассмотренного диапазона симметрично относительно плоскости экватора. Циркуляция в меридиональной плоскости направлена от экватора к полюсам вдоль внешней сферы. На рисунке 2б показано распределение угловой скорости вращения жидкости:

$$\Omega(R, \theta) = \frac{W}{R \sin \theta}.$$

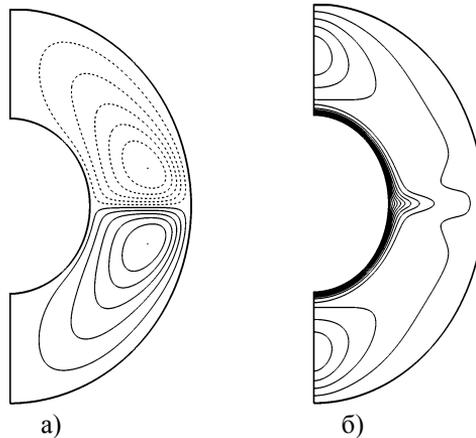


Рис. 2. Структура меридионального течения и распределение угловой скорости ($Re=550$);

а – функция тока Ψ ($\max|\Psi|=0,0517$, изолинии построены с шагом 0,0093,

пунктир соответствует отрицательным значениям);

б – угловая скорость Ω ($0 \leq \Omega \leq 1,27$, изолинии построены с шагом 0,116)

Средняя по объему кинетическая энергия E и момент сил трения M на внутренней сфере ($R = A$) находились по формулам:

$$E = \frac{1}{V_L G_L} \int \frac{U^2}{2} dV,$$

$$M = -2\pi A^3 \int_0^\pi \left[\frac{\partial W}{\partial R} - \frac{W}{R} \right]_A \sin^2 \theta d\theta.$$

В таблице 2 представлены вычисленные значения E , M , $\max|\Psi|$ для стационарных осесимметричных режимов течения при различных значениях Re и для сравнения данные из работы [24]. Для всех чисел Рейнольдса из рассмотренного диапазона результаты тестовых расчетов хорошо совпадают с результатами работы [25], как по структуре течения, так и по значениям рассчитываемых величин (E , M , $\max|\Psi|$).

Таблица 2

Результаты теста № 2

Re	E	E [13]	M	M [13]	$\max \Psi $	$\max \Psi $ [13]
95	0,0277	0,0275	25,83	25,59	0,0468	0,0467
245	0,0215	0,0213	37,16	36,94	0,0547	0,0544
550	0,0189	0,0187	51,21	50,63	0,0517	0,0512

Результаты расчетов

Значения аспектного отношения и безразмерного момента инерции твердого ядра G_s выбирались таким образом, чтобы они соответствовали параметрам ядра Земли [26, 27]: $A = 0,56$, $J = 0,1$. Расчеты проводились при $Pr = 1$ и $Ra = 10^4$, а угловая скорость Ω_0 вращения внешней границы слоя сферического слоя G_L варьировалась в диапазоне значений от 5 до 120. Расчеты проводились на сетке: $n_r = 62$, $n_\theta = 82$, $n_\phi = 122$. Кроме условий (11), в некоторых численных экспериментах в качестве начальных условий использовалось решение, полученное при предыдущем значении Ω_0 .

Таблица 3

Результаты теста на численную сходимость

$n_r \times n_\theta \times n_\phi, h$	Ω_s	N	$\max U $	$\max V $
$32 \times 72 \times 82, 2 \cdot 10^{-4}$	30,43	1,749	23,88	17,40
$62 \times 82 \times 122, 10^{-4}$	31,44	1,778	26,31	17,28
$82 \times 102 \times 142, 5 \cdot 10^{-4}$	31,6	1,795	27,53	17,33

При $\Omega_0 = 5$ с течением времени формируется стационарное решение с осевой симметрией. Решение симметрично относительно плоскости экватора ($\theta = \pi/2$). На рис. 3а показаны структура течения и распределение температуры в меридиональной плоскости. Меридиональная циркуляция имеет одновихревую структуру с восходящими потоками у оси вращения и нисходящими в плоскости экватора. При равномерном вращении сферического слоя момент импульса жидкости достигает наибольших значений в области экватора у внешней границы слоя. Естественная конвекция приводит к перераспределению момента импульса, в результате чего может изменяться скорость вращения внутреннего ядра G_s . В данном случае в процессе конвекции жидкость опускается в плоскости экватора, что приводит к значительному увеличению момента импульса и скорости вращения внутреннего ядра, $\Omega_s = 20,75$. При данном режиме конвекции тепловой поток на границах $N = 1,78$.

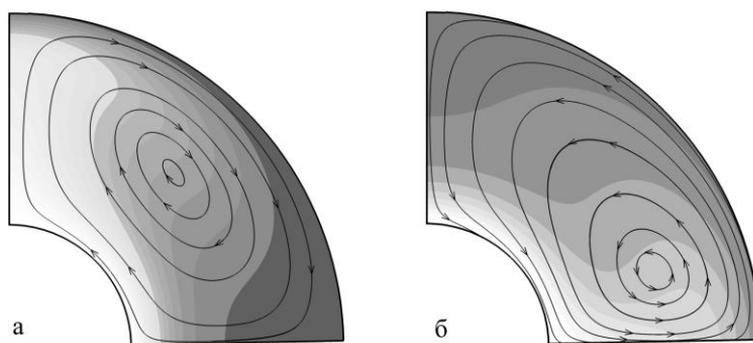


Рис. 3. Структура течения и распределение температуры в меридиональной плоскости для осесимметричных решений, (а – $\Omega_0 = 5$, б – $\Omega_0 = 15$).

Увеличение скорости вращения внутреннего ядра за счет свободной конвекции было получено численными методами в работах [28–31]. Кроме того, в работах [32, 33] экспериментально зафиксирован восточный дрейф внутреннего ядра Земли по отношению к мантии.

Другой тип стационарного решения был получен при угловой скорости внешней границы $\Omega_0 = 15$ (рис. 3б). Решение также симметрично относительно оси вращения и плоскости экватора, но имеет обратное, по сравнению с предыдущим случаем, направление меридиональной циркуляции. Структура меридионального течения характеризуется восходящими потоками в области экватора и нисходящими у полюсов. Скорость вращения твердого ядра $\Omega_s = 18$ по-прежнему больше скорости вращения внешней границы, но разница между угловыми скоростями существенно уменьшается. Это связано с тем, что при данном типе конвекции жидкость опускается в районе полюсов и, следовательно, механизм переноса момента импульса становится значительно менее эффективным. Число Нуссельта возрастает до $N = 1,82$.

При $\Omega_0 = 30$ конвекция переходит в режим периодических колебаний, в котором скорость, давление и температура периодически изменяются с течением времени. На рис. 4 представлены примеры зависимостей от времени локальных величин (радиальной U и азимутальной W компонент скорости в фиксированной точке области G_L). Характерная для данного типа конвекции поверхность постоянной температуры показана на рис. 5а. Как видно из этого рисунка, конвективные валы изгибаются относительно плоскости экватора таким образом, что изоповерхности температуры приобретают седловидную форму. Данная конвективная структура, не меняя размеров и форм изоповерхностей всех величин (температуры, давления, компонент скорости), равномерно вращается вокруг оси Oz в направлении вращения границ слоя, т.е. представляет собой азимутальную волну. Интегральные характеристики, такие как тепловые потоки на границах сферического слоя G_L и скорость вращения твердого ядра, имеют при данном типе конвекции постоянные значения: $N = 1,78$, $\Omega_s = 31,44$. Значение угловой скорости вращения азимутальной волны составляет 31,18 и лежит между значениями скоростей вращения границ слоя. Таким образом, скорость вращения такой системы координат, в которой данный режим конвекции будет стационарным, не совпадает со скоростями границ слоя G_L . Разница между угловыми скоростями границ слоя G_L становится существенно меньше, чем в осесимметричном режиме при $\Omega_0 = 15$, и составляет 4,8%.

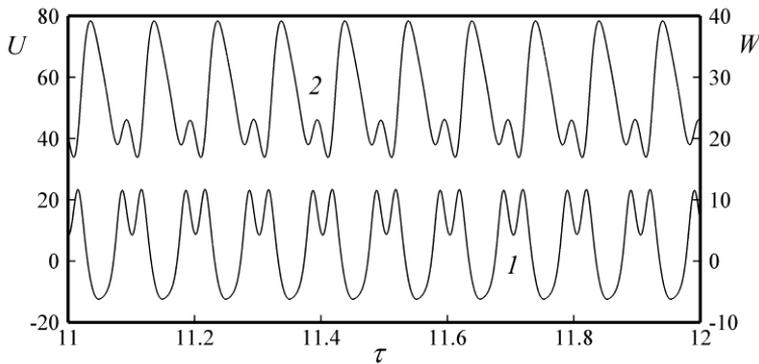


Рис. 4. Зависимость от времени радиальной U (1) и азимутальной W (2) компонент скорости в точках при $R = 0,95$ и $\theta = 1,12$ в режиме азимутальной волны ($\Omega_0 = 30$)

Структура течения при $\Omega_0 = 30$ показана на рисунке 5б. На рисунке изображены линии тока тангенциальных составляющих (V , W') скорости на сферической поверхности, в системе отсчета равномерно вращающейся вместе с внешней границей слоя G_L . Цветом на рисунке показано распределение давления, темный цвет соответствует более низким значениям давления. Области пониженного давления располагаются у оси вращения в северном ($\theta < \pi/2$) и южном ($\theta > \pi/2$) полушариях и имеют одинаковые раз-

меры и форму, но повернуты относительно друг друга на девяносто градусов. В этих приполярных областях образуются вихри по типу циклонов, в центре которых опускается холодная жидкость. Изогнутая светлая полоса на рис. 5б, опоясывающая сферу, соответствует области повышенного давления с восходящими потоками горячей жидкости.

При увеличении скорости вращения внешней границы до $\Omega_0 = 40$ конвективные валы распадаются на три основные конвективные ячейки, в которых восходящие потоки нагретой жидкости локализованы в области экватора. Геометрическая форма системы конвективных ячеек напоминает спираль с тремя рукавами. Основные конвективные ячейки, образующие рукава спирали, в приполярных областях соединяются конвективными валами. В процессе конвекции спираль неравномерно вращается в направлении вращения границ сферического слоя. Размеры рукавов спирали и расположение конвективных валов меняются с течением времени, но при этом, в целом, описанная конфигурация сохраняется. Колебания локальных и интегральных характеристик в данном режиме конвекции становятся непериодическими. Амплитуды колебаний тепловых потоков на границах слоя G_L и угловой скорости внутреннего ядра G_s составляют порядка 10% от средних значений.

Дальнейшее увеличение скорости вращения внешней границы сферического слоя стабилизирует течение, уменьшая амплитуды колебаний интегральных характеристик. При $\Omega_0 = 75$ колебания локальных величин вновь становятся периодическими, а интегральные характеристики выходят на постоянные значения: $N = 1,28$, $\Omega_s = 76,3$. В данном случае по-прежнему наблюдается восточный дрейф внутреннего ядра G_s по отношению к внешней границе. На рисунке 5в показан вид сверху (из конца оси Oz) на характерную для данного режима конвекции поверхность постоянной температуры. Структура конвективного течения состоит из трех основных ячеек, в которых восходящие потоки локализованы в экваториальной области. В плоскости экватора структура конвективных ячеек обладает подобием трехлучевой симметрии. В южном и северном полушарии основные конвективные ячейки соединяются между собой перемычками – небольшими конвективными валами, имеющими форму подковы (рис. 5в). В каждом полушарии в фиксированный момент времени перемычкой соединяются две из трех конвективных ячеек, причем несимметрично относительно плоскости экватора. Движение всей конвективной структуры состоит из азимутального вращения системы основных ячеек и периодического изменения положения перемычек между ними. Таким образом, в данном случае не существует системы отсчета, в которой решение было бы стационарным. Скорость азимутального вращения основных конвективных ячеек приблизительно равна 70, что заметно меньше скорости внешней границы слоя $\Omega_0 = 75$. На рисунке 5г показана структура течения в северном полушарии ($\theta < \pi/2$), в системе отсчета равномерно вращающейся вместе с внешней границей сферического слоя. Течение в каждом полушарии состоит из трех циклонов и трех антициклонов. В северном полушарии в циклонах жидкость циркулирует против часовой стрелки, в антициклонах – по часовой стрелке. В южном полушарии направления циркуляций изменяются на противоположные.

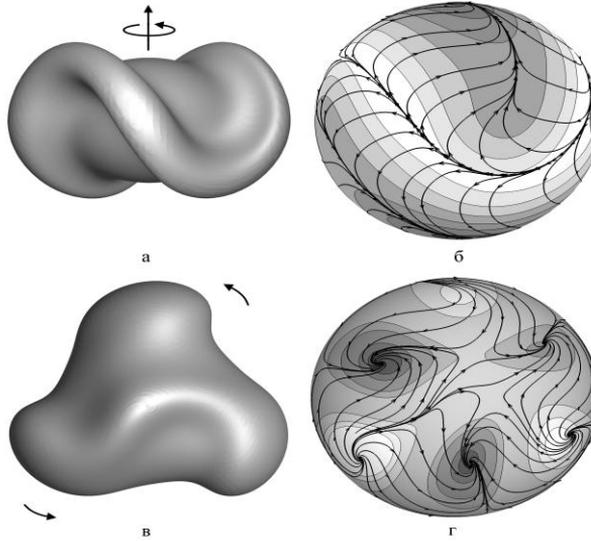


Рис. 5 а, в – изоповерхности температуры ($\Theta = 0,3$); б, г – линии тока тангенциальных составляющих скорости на сферической поверхности ($R = 1,452$), в системе отсчета равномерно вращающейся вместе с внешней границей слоя, цветом показано распределение давления P' , темный цвет соответствуют более низким значениям давления.

При дальнейшем увеличении скорости вращения внешней границы естественная конвекция ослабевает и полностью прекращается при $\Omega_0 = 120$. Уменьшение интенсивности конвекции обусловлено действием силы Кориолиса. Сила Кориолиса растет пропорционально Ω_0 и уменьшает радиусы кривизны траекторий, по которым движутся частицы жидкости в конвективных ячейках. Это приводит к уменьшению радиальных размеров конвективных ячеек и, как следствие, ослабляет конвективный перенос тепла.

Для всех проведенных численных экспериментов на рис. 6 представлены значения числа Нуссельта N и отношения угловых скоростей Ω_s/Ω_0 в зависимости от скорости вращения внешней границы Ω_0 . Для тех режимов конвекции ($\Omega_s = 40, 50$), в которых значения N и Ω_s колеблются, приведены средние значения. Результаты расчетов показывают (кривая 1 на рис. 6), что только для стационарных решений с осевой симметрией, т.е. для малых значений Ω_0 , угловая скорость вращения внутреннего ядра G_s существенно выше скорости вращения внешней границы. Для всех остальных значений Ω_0 , т.е. для нестационарных режимов конвекции, отношение Ω_s/Ω_0 близко к 1. Число Нуссельта слабо зависит от скорости вращения внешней границы при малых значениях Ω_0 и практически линейно убывает в диапазоне существования нестационарных режимов конвекции $30 \leq \Omega_0 \leq 100$ (кривая 2 на рис. 6).

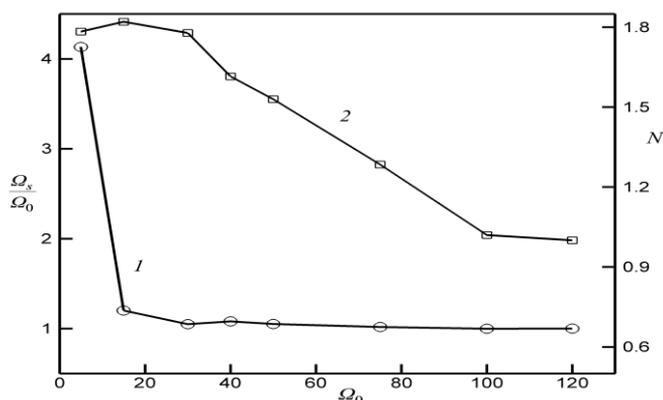


Рис. 6. Зависимость отношения Ω_s/Ω_0 (1) и числа Нуссельта N (2) от угловой скорости Ω_0 вращения внешней границы сферического слоя

Заключение

Проведена серия численных экспериментов по исследованию естественной конвекции во вращающемся сферическом слое при $Ra = 10^4$, в которой варьировалась скорость вращения внешней границы. Результаты исследования показывают, что только при малых скоростях вращения внешней границы ($\Omega_0 < 30$) решения стационарны и обладают осевой симметрией. В остальных случаях ($30 \leq \Omega_0 \leq 100$) формируются нестационарные режимы конвекции без осевой симметрии. Получены два различных типа нестационарных режимов конвекции, в которых локальные величины изменяются периодически, а интегральные характеристики (N , Ω_s) имеют постоянные значения. Согласно теореме запрета Каулинга [34], устойчивое осесимметричное магнитное поле не может генерироваться течениями с осевой симметрией. Полученные решения (рис. 5) интересны тем, что с одной стороны они не подпадают под действие теоремы запрета Каулинга, а с другой стороны, – это ламинарные течения с постоянными значениями интегральных характеристик.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, гранты: № 13-01-12051 офи_м, № 11-01-00548-а.

Литература

1. Glatzmaier G.A., Roberts P.H. A three-dimensional convective dynamo solution with rotating and finitely conducting inner core and mantle // *Phys. Earth Planet. Inter.* – 1995. – V. 91. – P. 63.
2. Glatzmaier G.A., Roberts P.H. A three-dimensional self-consistent computer simulation of a geomagnetic field reversal // *Nature.* – 1995. – V. 377. – P. 203.
3. Кирдяшкин А.Г., Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.А. Турбулентная конвекция и магнитное поле внешнего ядра Земли // *Геология и геофизика.* – 2000. – Т. 41. – № 5. – С. 601.
4. Кирдяшкин А.Г., Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.А. Моделирование свободно-конвективного тепло- и массообмена в мантии и внешнем ядре Земли // *Труды Четвертой Российской национальной конференции по теплообмену.* – 2006. – Т. 1. – С. 64–67.

5. A three-dimensional convective dynamo...
6. A three-dimensional self-consistent computer simulation...
7. Решетняк М.Ю. Вращение внутреннего ядра Земли в модели геодинамо // Доклады академии наук. – 2001. – Т. 380. – № 5. – С. 685.
8. Reshetnyak M., Steffen B. The subgrid problem of thermal convection in the Earth's liquid core // Numerical Method and Programming. – 2004. – V. 5. – P. 41.
9. Kageyama A., Yoshida M. Geodynamo and mantle convection simulations on the Earth Simulator using the Yin-Yang grid // J. Phys.: Conf. Ser. – 2005. – V. 16. – P. 325.
10. Астафьева Н.М. Структуры, формирующиеся во вращающемся сферическом слое под влиянием условий, имитирующих глобальные потоки тепла в атмосфере // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2006. – Т. 2. – С. 245.
11. Водинчар Г.М., Шевцов Б.М. Модель конвекции во внешнем ядре Земли // Вестник Краунц. науки о Земле. – 2007. – № 2. – Вып. 10. – С. 54–59.
12. A three-dimensional convective dynamo...
13. A three-dimensional self-consistent computer simulation...
14. Вращение внутреннего ядра Земли...
15. The subgrid problem of thermal convection...
16. Song X., Richards P.G. Seismological evidence for differential rotation of the Earth's inner core // Nature. – 1996. – V. 382. – P. 221.
17. Su W., Dziewonski A., Jeanloz R. Planet Within a Planet: Rotation of the Inner Core of Earth // Science. – 1996. – V. 274. – P. 1883.
18. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
19. Там же.
20. Dumas G. Study of spherical Couette flow via 3-D spectral simulation: large and narrow – gap flows and their transitions. – Pasadena, California, 1991.
21. Там же.
22. Беляев Ю.Н., Монахов А.А., Яворская И.М. Устойчивость сферического течения Куэтта в толстых слоях при вращении внутренней сферы // Изв. АН СССР. МЖГ. – 1978. – № 2. – С. 9–15.
23. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: Учеб. для вузов. – 7-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2003. (серия «Классики отечественной науки»).
24. Study of spherical Couette flow ...
25. Там же.
26. Сохотин О.Г., Ушаков С.А. Развитие Земли: Учебник / Под ред. В.А. Садовниченко. – М.: Изд-во МГУ, 2002.
27. Жаров В.Е. Сферическая астрономия. – Фрязино: Век-2, 2006.
28. A three-dimensional convective dynamo...
29. A three-dimensional self-consistent computer simulation...
30. Вращение внутреннего ядра Земли...
31. The subgrid problem of thermal convection...
32. Seismological evidence for differential rotation...
33. Planet Within a Planet ...
34. Каулинг Т. Магнитная гидродинамика: Пер. с англ. В.Г. Петрова. – М.: Атомиздат, 1978.

Я.В. Силин

**О ПРИМЕНЕНИИ ТЕОРИИ КАТАСТРОФ
К ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ
НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА**

Применение теории катастроф к оценке надежности оборудования нефтегазового комплекса рассмотрено на примере нефтепромысловых трубопроводов (НПТ). В сложных условиях эксплуатации поддержание надежности и безопасности эксплуатации НПТ является довольно важной задачей, определяющей сохранение чистоты окружающей среды и отсутствие необходимости расходов на внеплановый ремонт трубопроводов. Обеспечение безопасности невозможно без комплексного подхода, включающего в себя исследование закономерностей изменения состояния трубопровода и анализ показателей надежности.

Методы теории катастроф для оценки надежности

С конца 50-х годов XX века математики начали развивать направление, связанное с анализом устойчивости динамических систем, выросшее в математическую теорию катастроф. Центральным понятием теории катастроф является термин «катастрофа». В.И. Арнольд дает следующее определение этому понятию: «катастрофа» – это скачкообразное изменение, возникающее в виде внезапного ответа системы на плавное изменение внешних условий [1].

Классическая физика – это, по существу, теория плавного поведения систем. Но изменения совершаются и скачками. Коррозия и эрозия стенки трубы происходит медленно. Но при определенных условиях происходит разрыв трубопровода. Теоретической основой описания внезапных изменений в поведении систем служит теория катастроф, истоками которой являются две теории: теория особенностей гладких отображений Уитни и теория бифуркаций динамических систем Пуанкаре и Андронова.

В качестве основы для построения модели системы НПТ и расчета надежности была рассмотрена катастрофа сборки. Потенциальная энергия, характеризующая состояние системы, для катастрофы сборки имеет вид [2]:

$$E_{ab}(x) = \frac{1}{4}x^4 + \frac{1}{2}ax^2 + bx, \quad (1)$$

где коэффициенты a и b – параметры управления, x – переменная состояния.

Многообразие катастрофы, или поверхность равновесия (рис. 1), задается уравнением

$$x^3 + ax + b = 0. \quad (2)$$



Рис. 1. Многообразие катастрофы сборки в пространстве hab

Согласно принципу максимального промедления катастрофа наступает в момент выхода параметров управления системы из зоны B_1 (зона работоспособности). При этом происходит скачкообразное изменение состояния системы, называемое катастрофой.

В [3, 4] рассмотрен математический аппарат для определения вероятности катастрофы сборки. Катастрофа сборки рассмотрена со стохастических позиций. Переменные управления a и b в общем случае изменяются во времени, при этом состояние объекта будет определяться случайным процессом изменения детерминанта $D(a, b, t)$. Объект теряет устойчивость (наступает катастрофа), когда траектория точки (a, b) покидает область работоспособности B_1 (рис. 1), пересекая линию B_2 , и при этом D изменяет знак с отрицательного на положительный.

Для случая, когда случайная величина D распределена по нормальному закону, формула для приближенной оценки вероятности катастрофы сборки (вероятности отказа) имеет вид [5, 6]:

$$Q = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{m_D}{\sigma_D}\right), \quad (3)$$

где

$$m_D = 4m_a^3 + 27m_b^2, \quad (4)$$

$$\sigma_D^2 = 144m_a^4\sigma_a^2 + 2916m_b^2\sigma_b^2, \quad (5)$$

$\Phi(x)$ – функция Лапласа.

Для применения модели катастрофы сборки (1) с целью расчета характеристик надежности НПТ произведем замену переменных и выразим управляющие параметры a и b через параметры несущей способности $r(t)$ и нагрузки $s(t)$.

Положим, что параметр управления $b(t)$ равен нагрузке $s(t)$

$$b(t) = s(t). \quad (6)$$

Принимаем, что момент времени $T_{n=1}$ (момент равенства нагрузки и несущей способности) для модели «нагрузка – несущая способность» (ННС) совпадает с моментом достижения параметрами управления a и b границы области работоспособности B_1 для

катастрофы сборки. На основе этого положения представляется возможным выразить параметр катастрофы $a(t)$ через несущую способность $r(t)$ и нагрузку $s(t)$ для линейной модели изменения несущей способности и фиксированной нагрузки.

Параметры a и b связаны выражением

$$4a^3 + 27b^2 = 0, \tag{7}$$

откуда

$$a = \sqrt[3]{-\frac{27b^2}{4}}. \tag{8}$$

Примем линейную модель уменьшения несущей способности, которая имеет вид

$$r(t) = c + dt, \tag{9}$$

где c, d – коэффициенты модели.

В итоге получим замену переменных для перехода от параметра несущей способности $r(t)$ к параметру a катастрофы сборки

$$a(t) = s(t) - r(t) - \sqrt[3]{\frac{27s^2(t)}{4}}. \tag{10}$$

Используя (6) и (10), производится переход от модели «нагрузка – несущая способность» к модели катастрофы сборки для принятого случая линейной модели изменения несущей способности и фиксированной нагрузки. Далее с помощью метода, описанного выше (3), производится расчет вероятности возникновения катастрофы сборки в зависимости от времени. Данная вероятность равна вероятности отказа в теории надежности.

Таким образом, порядок оценки показателей надежности в общем виде может быть следующий:

- 1) с помощью уравнений статистической динамики, теории упругости, механики разрушения твердых тел, изменения физических процессов в материалах НПТ и других дисциплин рассчитываются характеристики несущей способности трубопровода;
- 2) анализируются внешние и внутренние нагрузки, действующие на НПТ;
- 3) определяются статистические характеристики несущей способности материалов НПТ и эксплуатационных нагрузок;
- 4) на основе закономерностей изменения состояния объекта во времени и под действием внешних факторов строится модель катастрофы;
- 5) рассчитываются характеристики безотказности трубопровода с использованием математического аппарата теории катастроф.

Расчет показателей надежности

Были обработаны данные ультразвукового контроля толщины стенок НПТ одного из месторождений Западной Сибири, собранные за период с 2002 по 2006 гг., объединенные с данными за период с 1984 по 1999 гг., использованными в работе [7]. В совокупно-

сти выборка по толщинометрии охватывает период с 1984 по 2006 гг. Общий объем статистических данных – 1954 замера.

В таблице 1 приведены рассчитанные значения коэффициентов c и d для моделей изменения числовых параметров несущей способности (по формуле 9) труб НПТ 530 x 7,5 мм.

Таблица 1

Значения коэффициентов c и d для моделей изменения числовых параметров несущей способности

НПТ	Моделируемый параметр	Модель усталости	Коэффициент	
			c	d
530 x 7,5 мм	$m_R(t)$	Линейная	7,3516	-0,2145
		Эксп	7,3902	-0,0369
	$\sigma_R(t)$	Линейная	0,5485	0,1355
		Эксп	0,7403	0,086

На рис. 2 изображено отображение многообразия катастрофы сборки на плоскость управляющих параметров (a , b), а также проекции траекторий изменения состояния НПТ 530 x 7,5 мм от времени. В момент пересечения траекторией изменения НПТ границы бифуркационного множества и выхода из области V_1 происходит катастрофа (отказ НПТ). Вероятность наступления катастрофы сборки определяет вероятность безотказной работы трубопровода. Для НПТ 530 x 7,5 мм из материала Ст-10 момент пересечения наступает через 23,3 года эксплуатации, для НПТ 530 x 7,5 мм из материала Ст-20 – через 24,3 года.

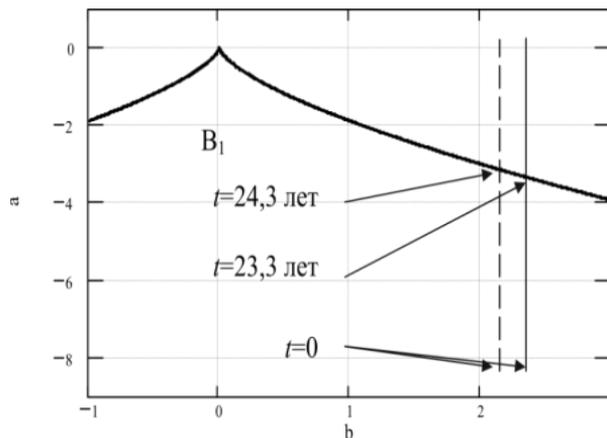


Рис. 2. Отображение многообразия катастрофы сборки на плоскость (a , b)

*Примечание: — — —, — — — — траектории изменения параметров состояния от времени для НПТ 530x7,5 Ст-20 и Ст-10 соответственно.

Результаты расчета показателей надежности на основе модели катастрофы сборки по формуле (3) приведены на рисунках 3, 4 и в таблице 2.

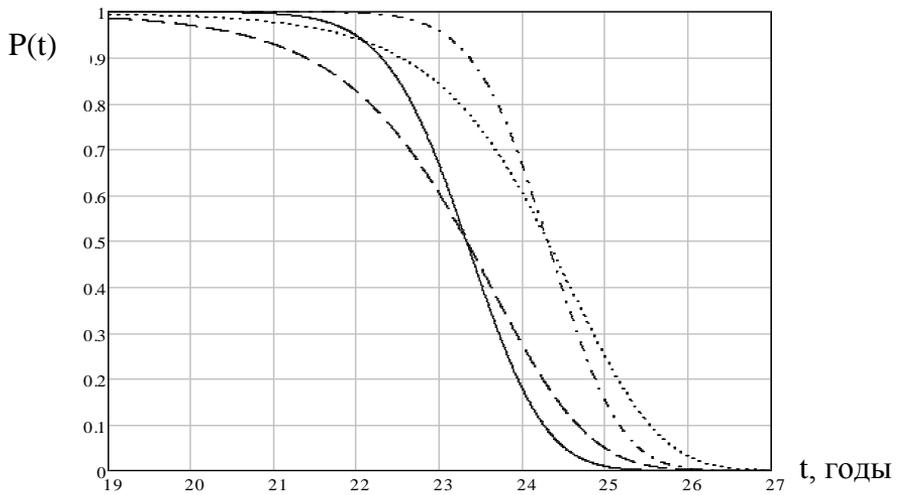


Рис. 3. НПТ 530 x 7,5 мм.
Зависимость ВБР (вероятность безотказной работы) от времени при $A_S = 5\%$ и линейной модели $m_R(t)$.

*Примечания: — Ст-10 $A_R = 5\%$, - - - Ст-10 $A_R = 10\%$, ····· Ст-20 $A_R = 5\%$, - · - · Ст-20 $A_R = 10\%$.

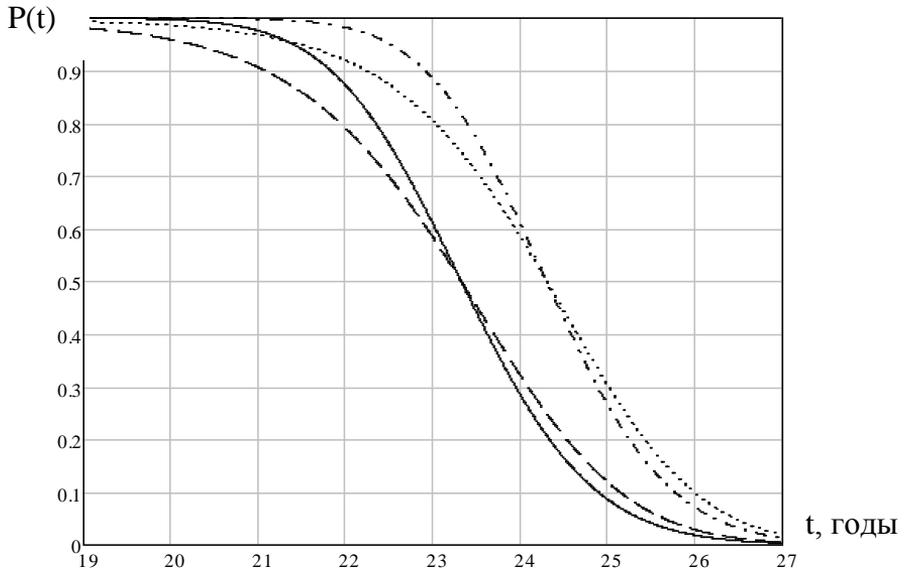


Рис. 4. НПТ 530 x 7,5 мм.
Зависимость ВБР (вероятность безотказной работы) от времени при $A_S = 10\%$ и линейной модели $m_R(t)$.

*Примечания: — Ст-10 $A_R = 5\%$, - - - Ст-10 $A_R = 10\%$, ····· Ст-20 $A_R = 5\%$, - · - · Ст-20 $A_R = 10\%$.

В таблице 2 приведены числовые показатели надежности для НПТ 530 x 7,5 мм. Приведены результаты расчета следующих показателей надежности:

- 1) средней наработки до отказа ТСР по формуле:

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} P(t) dt ; \quad (11)$$

2) времени достижения уровня ВБР $P = 0,999$ (показывает момент начала изменения вероятности безотказной работы);

- 3) времени достижения уровня ВБР $P = 0,8$.

Расчеты произведены для различных комбинаций материалов, коэффициентов вариации A_R и A_S , линейной модели $m_R(t)$.

Таблица 2

ВБР НПТ 530x7,5 мм, линейная модель $m_R(t)$

Марка стали	$A_R, \%$	$A_S, \%$	$T_{CP}, лет$	$T_{0,999}, лет$	$T_{0,8}, лет$
Ст-10	5	5	23,29	20,48	22,66
		10	23,34	19,55	22,34
	10	5	23,14	13,84	22,15
		10	23,19	13,39	21,93
Ст-20	5	5	24,27	21,70	23,69
		10	24,32	20,81	23,38
	10	5	24,14	15,88	23,23
		10	24,20	15,44	23,02

Программное обеспечение для расчета надежности

С целью применения разработанных методов расчета показателей надежности НПТ на практике была создана база данных и программное обеспечение (рис. 5) для обработки статистических данных по нефтепромышленным трубопроводам. Целью формирования базы данных было обеспечение ввода и хранения паспортных данных трубопровода, данных об отказах, замерах давления и толщинометрии, а также расчет показателей надежности НПТ.

Разработанное программное обеспечение включает в себя следующую функциональность:

- 1) ввод паспортных данных трубопровода;
- 2) ввод данных по зафиксированным отказам;
- 3) ввод данных толщинометрии и замеров давления;
- 4) расчет показателей надежности;
- 5) построение графиков и диаграмм по рассчитанным величинам;
- 6) формирование отчетности;
- 7) импорт и экспорт данных.

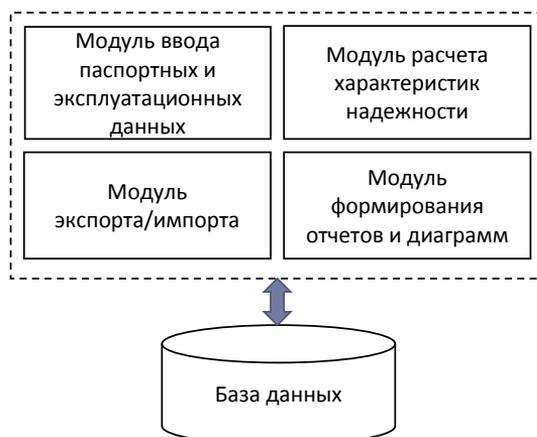


Рис. 5. Структура программного обеспечения для расчета показателей надежности

Применение разработанного программного обеспечения на предприятии предполагает его интеграцию с уже существующими информационными системами различного назначения (рис. 6).

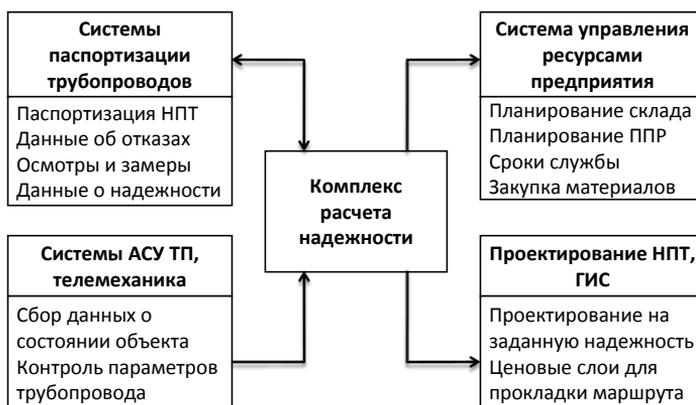


Рис. 6. Схема интеграции программного обеспечения для расчета надежности с информационными системами предприятия

Заключение

В публикации приведен один из возможных вариантов применения теории катастроф для оценки надежности оборудования нефтегазового комплекса на примере НПТ, эксплуатируемых в условиях Западной Сибири. Разработанное программное обеспечение позволит применять данную методику в комплексе с уже существующими моделями оценки надежности.

Литература

1. Острейковский В.А. Анализ устойчивости и управляемости динамических систем методами теории катастроф. – М.: Высш. шк., 2005.
2. Там же.
3. Там же.
4. Питухин А.В. Вероятностно-статистические методы механики разрушения и теории катастроф в инженерном проектировании. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1998.
5. Анализ устойчивости и управляемости ...
6. Вероятностно-статистические методы ...
7. Сметанин А.В. Системный физико-статистический анализ надежности нефтепромысловых трубопроводов (на примере трубопроводов нефтегазодобывающего управления «Федоровскнефть»): дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01. – Сургут, 2004.

П.А. Клевков

ОБ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВАХ ДИСПЕТЧЕРСКОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГООБЪЕКТАМИ

Средства диспетчерского и технологического управления (СДТУ) энергообъектами – это диспетчерско-технологическая сеть связи, а также оборудование, обеспечивающее измерение, формирование и передачу информации (телеметрии) о технологическом режиме работы энергообъектов, удаленное управление (телеуправление, телерегулирование), а также каналы передачи данных, используемые для осуществления информационного обмена. Процесс информационного обмена обеспечивается следующими средствами: каналы (тракты) передачи данных, диспетчерская связь, технологическая связь, телеметрия о технологическом режиме работы энергообъекта, команды телеуправления и телерегулирования.

Диспетчерская связь – телефонная связь, обеспечивающая переговоры диспетчеров и организованная на базе первичной связи по схеме «точка-точка».

Технологическая связь – телефонная связь, обеспечивающая переговоры технологического персонала. Технологическая связь может организовываться как по каналам диспетчерской связи с приоритетом диспетчера, так и по коммутируемой телефонной связи, включая операторов связи.

Телеметрия – техника измерений на расстоянии, с помощью которой получены значения физических параметров технологического процесса энергообъекта и параметров состояния оборудования типа «включено/выключено» (протоколы [1, 2], количественная оценка достоверности данных – соответствие первой категории систем телемеханики [3]).

Канал связи (тракт) – это совокупность каналообразующего оборудования и линий связи с определенными стандартными показателями (полоса частот, скорость, тип интерфейсов: аналоговые или цифровые, обслуживающая организация, владеющая организацией) для передачи сообщений от источника к получателю (рис. 1). Источником и получателем информации является клиентское оборудование (диспетчерский пульт, телефон, устройство телемеханики, сетевой коммутатор или маршрутизатор, автоматическая телефонная станция), подключенное через стандартные интерфейсы: E&M, FXO/FXS, RS-232, V.35, Ethernet (с поддержкой VLAN или без), E1 (весь поток или группа тайм-слотов). Линии связи могут иметь различную конструкцию: пара проводов или медный кабель, радиоэфир, оптическое волокно.

Канал связи представляет собой линейную структуру, состоящую из непрерывной последовательности следующих друг за другом точек – ресурсов устройств, определяемых номерами тайм-слотов потока E1, виртуальных контейнеров SDH-структур, виртуальных каналов АТМ-интерфейсов, уникальными наименованиями устройств или позиционными обозначениями аппаратных интерфейсов.

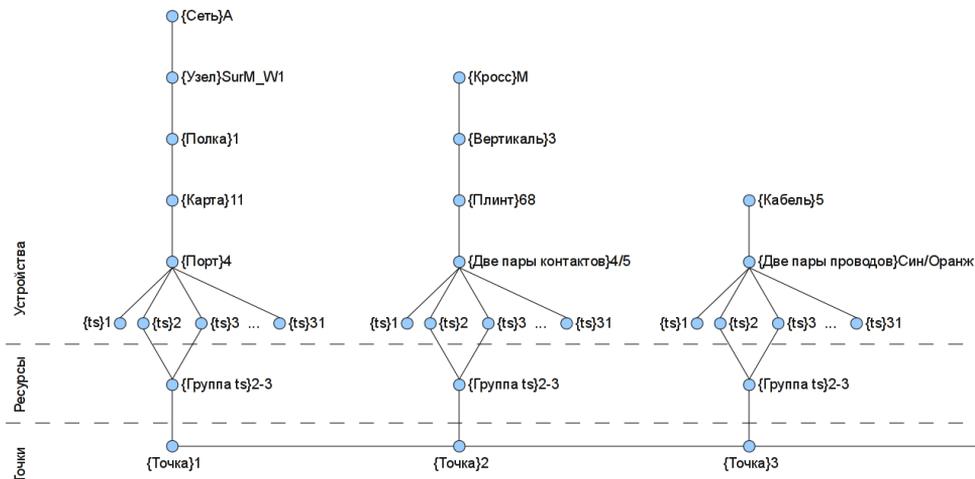


Рис. 1. Линейная структура канала связи

*Примечание: ts – каналный интервал.

Канал связи может проходить по транспортной сети связи, построенной на каналообразующем оборудовании разных производителей и реализующей различные технологии передачи данных.

Транспортная сеть связи – это совокупность всех ресурсов, выполняющих функции транспортировки в телекоммуникационных сетях. Она включает не только системы передачи, но и относящиеся к ним средства контроля, оперативного переключения, резервирования и управления. Широко используемыми технологиями при построении транспортных сетей связи являются: ATM, WDM, PDH, SDH, спутниковая и радиорелейная связь, а также соединения «точка-точка» по радиоканалу. Большинство телекоммуникационных устройств состоит из элементов, в совокупности формирующих иерархическую структуру (рис. 2) аппаратной агрегации (сетевой узел, одна или несколько полок, одна или несколько карт, один или несколько портов).

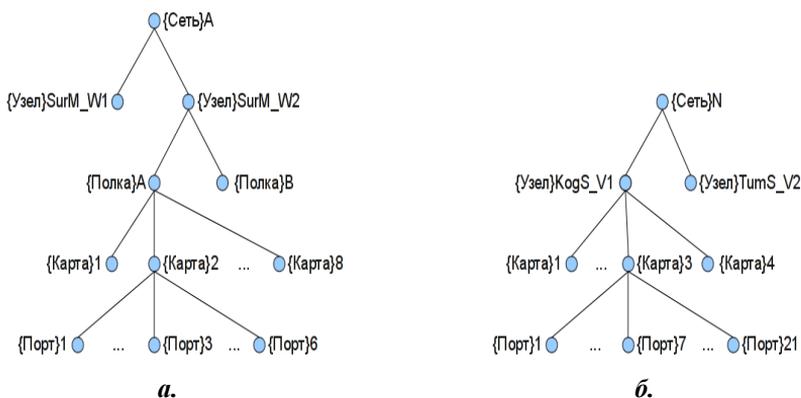


Рис. 2. Структура аппаратной агрегации оборудования сети A (а) и сети N (б)

Сопряжение активных устройств, формирующих транспортную сеть связи, происходит через стандартные интерфейсы, такие, как: E1, E3, STM-1, STM-4. При этом используются соединители, подключаемые к активным устройствам как напрямую, так и через пассивные сетевые устройства (разъем в коммутационной панели или оптическом кроссе, группа контактов в плинте).

Подавляющее большинство современного телекоммуникационного оборудования управляется посредством фирменных систем, представляющих собой программно-аппаратные комплексы с различными по степени реализации алгоритмами управления и качеством предоставляемой функциональности для хранения сопутствующей информации (рис. 3).

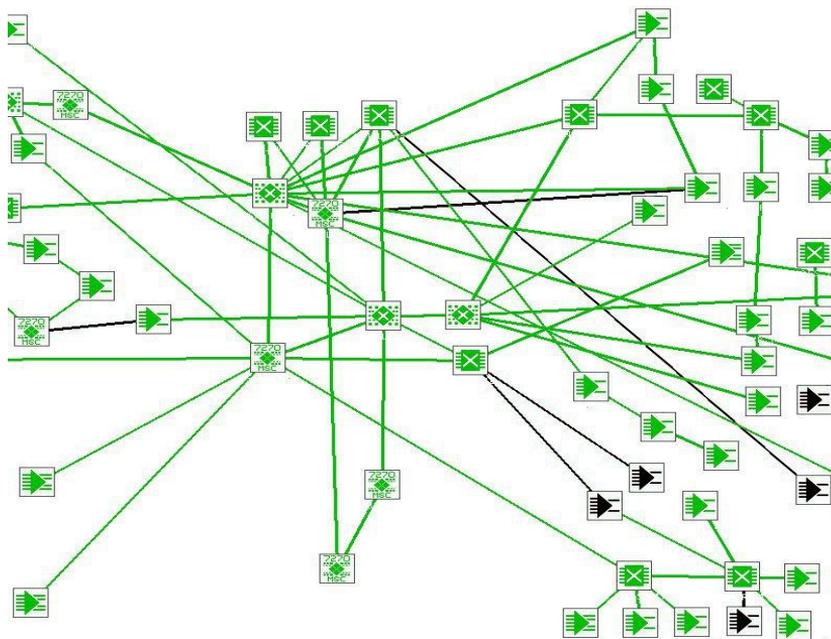


Рис. 3. Графическое представление топологии сети одной из систем управления телекоммуникационными сетями

Диспетчерское управление взаимодействует с сетевой компанией по вопросам эксплуатации средств диспетчерского и технологического управления (СДТУ) как в рамках оперативного взаимодействия (с фиксированием в оперативных журналах названия энергообъекта, даты и времени, наименования и краткого описания нарушения в работе СДТУ), так и по вопросам текущей эксплуатации. Оперативное взаимодействие по устранению повреждений осуществляет дежурный по связи диспетчерского управления путем обращения к дежурному инженеру связи сетевой компании. Взаимодействие по текущим вопросам осуществляют специалисты диспетчерского управления и сетевой компании в части организации работ в своих зонах эксплуатационной ответственности. Границы зон эксплуатационной ответственности по работоспособности каналов диспетчерско-технологической связи между сетевой компанией и диспетчерским управлением приводятся на

схемах. Схемы разрабатываются для каждого канала или групп каналов, объединенных по линейному или кроссовому оборудованию (рис. 4).

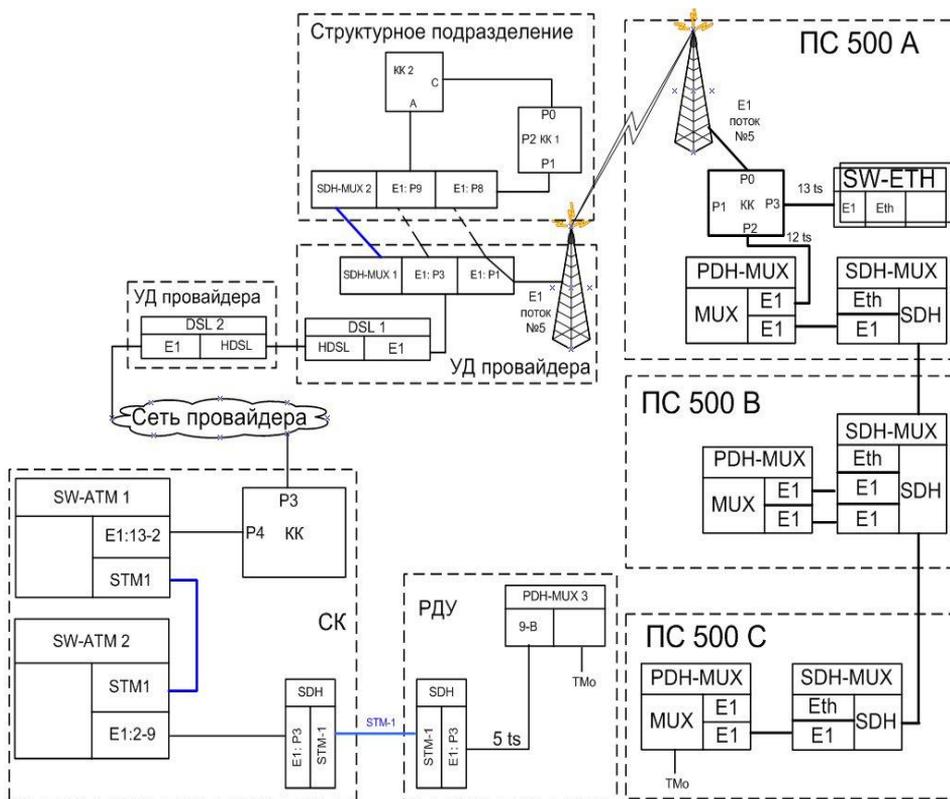


Рис. 4. Схема организации канала телемеханики «РДУ – ПС 500 С»

В соответствии с [4] СДТУ являются объектом диспетчеризации и находятся в диспетчерском ведении. Это означает, что оборудование, на котором должны производиться работы, не может быть выведено из работы без подачи заявки со стороны сетевой компании и разрешения диспетчера.

Аварией СДТУ в электроэнергетике [5] считается нарушение работы СДТУ, приводящее к прекращению связи (диспетчерской связи, передачи телеметрической информации или управляющих воздействий противоаварийной или режимной автоматики) между диспетчерским центром и объектом электроэнергетики продолжительностью 1 час и более, в том числе:

- одновременное отсутствие диспетчерской связи с объектом электроэнергетики по основному и резервному каналу связи и полное отсутствие телеметрической информации с объекта электроэнергетики;
- одновременное отсутствие диспетчерской связи с объектом электроэнергетики по основному и резервному каналу связи с отсутствием прохождения на объект электроэнергетики команд телеуправления и управляющих воздействий режимной или проти-

воаварийной автоматики и подтверждения с объекта электроэнергетики приема таких команд (управляющих воздействий).

Авария в электроэнергетике подлежит расследованию уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в установленном Правительством Российской Федерации порядке.

К нарушениям, не требующим расследования постоянно действующими комиссиями, относятся все события, которые не приводят к недоступности СДТУ, но снижают техническую надежность работы оборудования СДТУ и (или) качество работы СДТУ, такие как:

- а) отсутствие связи по одному из резервированных каналов диспетчерской связи с объектом электроэнергетики;
- б) отсутствие связи по одному из каналов или всей технологической связи с объектом электроэнергетики;
- в) отсутствие одного из резервированных каналов с объектом электроэнергетики, по которым передается телеметрия;
- г) превышение пороговых значений ошибок в канале связи, установленных:
 - для цифровых каналов связи [6];
 - для аналоговых окончаний каналов связи [7];
 - для каналов ВЧ связи [8];
- д) отсутствие связи по одному из каналов, по которым осуществляется обмен данными с АРМ дежурного инженера по оперативному планированию диспетчерского центра;
- е) частичное отсутствие или недостоверность телеметрии с объекта электроэнергетики и т.п.;
- ж) менее 60 минут:
 - отсутствие диспетчерской связи с объектом электроэнергетики по основному и резервному каналу связи;
 - полное отсутствие телеметрической информации с объекта электроэнергетики.

За период с начала 2009 г. по середину 2012 г. была накоплена информация о 361 критическом инциденте в функционировании каналов телемеханики, которые фиксировались через каждые 1440 часов (60 дней). В качестве критического инцидента регистрировался отказ хотя бы одного из 56 нерезервированных каналов или отказ резервирующей друг друга пары каналов (т.е. одновременный отказ сразу двух каналов, дублирующих информацию от одного объекта диспетчеризации). Эти данные описывают нарушения в функционировании каналов телемеханики для 88 восстанавливаемых объектов мониторинга.

На основе накопленной информации был произведен расчет и построен график (рис. 5) изменения параметра потока отказов:

$$\omega(t) = \Delta n1(\Delta t) / No\Delta t,$$

где $\Delta n1(\Delta t)$ – общее число отказов за интервал времени; No – общее число объектов под наблюдением; Δt – интервал времени.

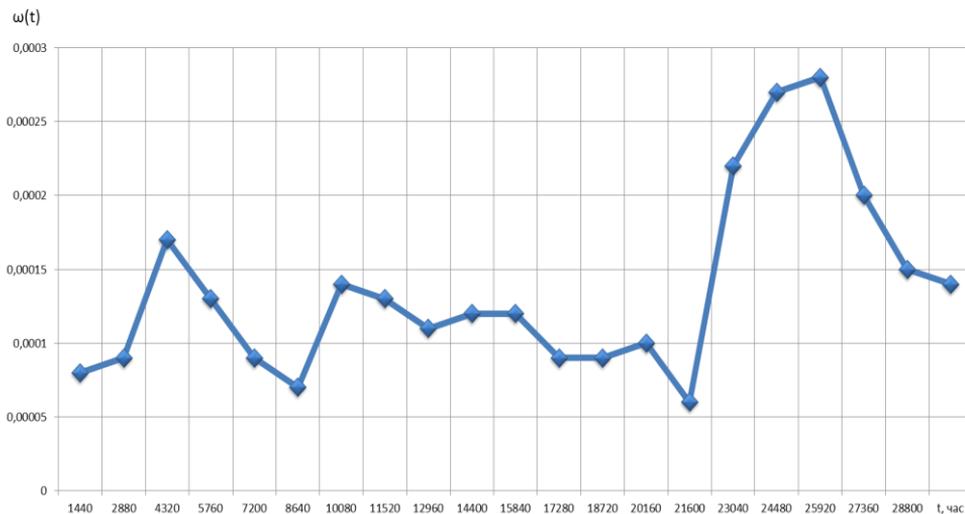


Рис. 5. Вид изменения параметра потока отказов на основе статистических данных

Параметр потока отказов – это отношение среднего числа отказов восстанавливаемого объекта за произвольно малую его наработку к значению этой наработки. Параметр потока отказов $\omega(t)$ используют в качестве показателя безотказности восстанавливаемых объектов, эксплуатация которых может быть описана следующим образом: в начальный момент времени объект начинает работу и работает до отказа; после отказа происходит восстановление работоспособности и объект вновь работает до отказа и т.д. При этом время восстановления не учитывается: принимается, что восстановление работоспособности происходит как бы мгновенно [9].

Наиболее критичными к отказам (76.5%) являются следующие виды оборудования:

- аппаратура телемеханики: 46.8% – неисправности;
- высокочастотная связь: 12.2% – неисправности, 17.5% – погодные условия.

Значительному числу отказов (15.5%) соответствуют неисправности:

- систем электропитания: 5.5%;
- широкополосных систем передачи: 5.3%;
- кабельных систем: 3%;
- радиорелейных линий связи: 1.7%.

На эти же виды оборудования приходится 1.7% отказов по погодным условиям, 0.6% – из-за пожаров и 0.6% – по вине сторонних организаций.

Действия персонала привели к возникновению 1.1% отказов. Около 4% составляют отказы, обстоятельства возникновения которых не установлены.

Литература

1. ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 101. Обобщающий стандарт по основным функциям телемеханики. – М.: Стандартинформ, 2006.

2. ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 104. Доступ к сети для ГОСТ Р МЭК 870-5-101 с использованием стандартных транспортных профилей. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.
3. ГОСТ 26.205-88 Комплексы и устройства телемеханики. Общие технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1989.
4. Постановление Правительства РФ от 27 декабря 2004 г. № 854 «Об утверждении Правил оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике» СЗ РФ от 27 декабря 2004 г. № 52. Ч. II. Ст. 5518.
5. Постановление Правительства РФ от 28 октября 2009 г. № 846 п/п «н» п. 4 «Об утверждении Правил расследования причин аварий в электроэнергетике» СЗ РФ от 02 ноября 2009 г. № 44. Ст. 5243.
6. Нормы на электрические параметры цифровых каналов и трактов магистральной и внутризональных первичных сетей. Приказ № 92 Министерства связи Российской Федерации от 10.08.96. – М.: МС РФ, 1996.
7. Нормы на электрические параметры каналов тональной частоты магистральной и внутризональных первичных сетей. Приказ №43 Министерства связи Российской Федерации от 15.04.96. – М.: МС РФ, 1996.
8. РД 34.48.404-96 Рекомендации по приемке в эксплуатацию каналов высокочастотной телефонной связи и телемеханики по линиям электропередачи. – М.: СПО ОРГРЭС, 1998.
9. Острейковский В.А. Теория надежности: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 2008.

С.А. Лысенкова

**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ
ОБЛАСТЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ УРАВНЕНИЯ
ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ
ПРИ НАЛИЧИИ ДЕМПФИРОВАНИЯ**

Задача исследования параметрических колебаний при наличии демпфирования приведена к спектральной задаче для линейного пучка операторов в гильбертовом пространстве. Найдены границы первой зоны области устойчивости и неустойчивости при разных коэффициентах демпфирования и специальном виде периодической функции, входящей в уравнение колебаний.

Исследуется уравнение параметрических колебаний при наличии демпфирования:

$$y_{,tt} + \mathcal{G} y_{,t} + [a + q\phi(t)]y = 0, \quad 0 < t < \infty, \quad q \neq 0, \quad q \neq \infty, \quad (1)$$

$$\phi(t) = \phi(t + \pi), \quad \int_0^\pi \phi(t) dt = 0, \quad |\phi(t)| \leq 1.$$

Уравнение (1) является исходным для математических исследований и расчетов, но не для реального использования в физике и технике, где оно имеет следующий вид:

$$y_{,\tau\tau} + \mathcal{G}_0 y_{,\tau} + [a_0 + q_0\phi(\omega\tau)]y = 0, \quad (2)$$

здесь τ – размерное время, \mathcal{G}_0 – некоторый коэффициент трения, имеющий различную физическую или техническую природу, a_0, q_0 – параметры, характеризующие воздействие, приводящее к параметрическому резонансу, ω – частота этого воздействия. Переходя к безразмерному времени $t = \omega\tau / 2$, получим уравнение (1), где величины $\mathcal{G} = 2\mathcal{G}_0 / \omega$, $a = 4a_0 / \omega^2$, $q = 4q_0 / \omega^2$ являются безразмерными. Коэффициент \mathcal{G} называется коэффициентом демпфирования, коэффициент q – коэффициентом возбуждения колебаний.

Так как в безразмерные параметры \mathcal{G}, q входит частота воздействия ω , которая меняется в пределах $0 < \omega < \infty$, то и параметры \mathcal{G}, q меняются в пределах $0 \leq \mathcal{G} < \infty$, $0 < q < \infty$.

В частном случае, когда $\phi(t) = \cos 2t$, это уравнение пытался исследовать Стретт (лорд Релей) еще в 1878 г. [1], полагая коэффициенты \mathcal{G}, q малыми.

При отсутствии демпфирования, когда $\mathcal{G} = 0$, а функция $\phi(t) = \cos 2t$, для уравнения

$$y_{,tt} + [a + q \cos 2t]y = 0 \quad (3)$$

проведены достаточно полные расчеты, характеризующие в плоскости aq границы между областями устойчивости и неустойчивости решения уравнения (3), которые называются диаграммами Айнса-Стретта.

Построение этих диаграмм было основано на свойствах функций Матье, являющихся решениями уравнения (3). С тех пор диаграммы Айнса-Стретта в разных масштабах и с приведением разного количества зон устойчивости воспроизводятся во многих учебниках и монографиях [2–5]. Если периодическая функция $\phi(t) \neq \cos 2t$, то воспользоваться функциями Матье нельзя, но можно использовать результаты Флоке (1883) [6].

Задачу нахождения границ устойчивости решения уравнения (1) в работах [7, 8] удалось свести к спектральной задаче для линейного пучка частично симметричных операторов

$$u = Fu + \lambda Au, \quad u \in H, \quad (4)$$

где A – компактный, знакоопределенный оператор, F – ограниченный в H оператор.

В [9] дана теория таких уравнений и приведена оригинальная итерационная схема, позволяющая численно находить спектральные числа и собственные элементы этого уравнения.

Операторная форма спектральной задачи

Для доказательства существования решения спектральной задачи

$$y_{,tt} + \mathcal{G} y_{,t} + \lambda[1 + \eta\phi(t)]y = 0, \quad 0 \leq t \leq 2\pi, \quad (5)$$

с краевыми условиями

$$y(0) = y(2\pi), \quad (6)$$

$$y_{,t}(0) = y_{,t}(2\pi)e^{2,9\pi} \quad (7)$$

и функциональным условием

$$y \in C_1(0, 2\pi), \quad (8)$$

где λ – спектральный параметр, для теоретического исследования свойств спектра, для численного решения спектральной задачи удобно перейти от спектральной задачи (5)–(8) в дифференциальной форме к эквивалентной задаче в операторной форме с компактными и ограниченными операторами в гильбертовом пространстве. Этот переход делается следующим образом. Рассматривается уравнение

$$u = Fu + \lambda Bu, \quad u \in H, \quad (9)$$

где λ – спектральный параметр, H – гильбертово пространство $H = \{u \mid u \in L_2(0, 2\pi)\}$

со скалярным произведением $(u, v) = \int_0^{2\pi} uv dt$ и нормой $\|u\|^2 = (u, u)$. Кроме того, задаются

множества $P, E: P \subset E \subset H, E = \left\{u \mid u \in L_2(0, 2\pi), \int_0^{2\pi} u dt = 0\right\},$

$P = \left\{u \mid u \in C(0, 2\pi), \int_0^{2\pi} u dt = 0\right\}$. Операторы B, F задаются в следующем виде:

$$Bu = \int_0^t f(\tau)u(\tau)d\tau - f(t)\int_0^t u(\tau)d\tau - h_1(u) - f(t)\frac{1}{f(2\pi)}\int_0^{2\pi} f(\tau)u(\tau)d\tau, \quad (10)$$

$$f(t) = \int_0^t e^{\vartheta(\tau-\gamma)} [1 + \eta\phi(\tau)]d\tau, \gamma = \frac{1}{\vartheta} \ln \frac{1 + e^{2\vartheta\pi}}{2}. \quad (11)$$

Функционал $h_1(u)$ находится из условия

$$\int_0^{2\pi} Bud\tau = 0, \quad (12)$$

что приводит к следующему выражению для $h_1(u)$:

$$h_1(u) = \frac{1}{2\pi} \left\{ \int_0^{2\pi} \left[\int_0^t f(\tau)u(\tau)d\tau - f(t)\int_0^t u(\tau)d\tau \right] dt - |f(2\pi)|^{-1} \left(\int_0^{2\pi} f(t)dt \right) \left(\int_0^{2\pi} f(\tau)u(\tau)d\tau \right) \right\}. \quad (13)$$

Оператор F имеет вид

$$F(u) = \left[1 - e^{\vartheta(t-\gamma)} \right] u + h_2(u), \quad (14)$$

где функционал $h_2(u)$ находится из условия

$$\int_0^{2\pi} Fud\tau = 0, \quad (15)$$

что приводит к выражению

$$h_2(u) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \left[e^{\vartheta(t-\gamma)} - 1 \right] u dt. \quad (16)$$

В работах [10, 11] установлены следующие свойства операторов B, F :

- оператор B является компактным в H и отображает $H \rightarrow P$;
- оператор F является ограниченным в H и отображает $P \rightarrow P$;
- ядерное пространство операторов $B, I - F$ пустое: $KerB = 0$,

$Ker(I - F) = 0$, где I – единичный оператор;

- выполняется соотношение $Bu|_{t=0} = Bu|_{t=2\pi}, \forall u \in H$;

• операторы B, F являются частично симметричными в $H : (u, Bv) = (v, Bu); (u, Fv) = (v, Fu), \forall u, v \in E$;

- для оператора F выполняется неравенство $\|F\| < 1, \forall \vartheta \in \{0 \leq \vartheta < \infty\}$;

- спектральное уравнение (9) эквивалентно спектральной задаче (5)-(8), если $y(t)$

и $u(t)$ связаны соотношением $y(t) = \int_0^t u(\tau)d\tau + \frac{1}{f(2\pi)} \int_0^{2\pi} f(\tau)u(\tau)d\tau$.

• для оператора A справедливы все свойства, перечисленные для оператора B , но имеется и дополнительное свойство: оператор A является положительным:

$$(u, Au) > 0, \forall u \in E. \quad (17)$$

Проверяется это утверждение непосредственно на основании свойств операторов $B, (I - F)^{-1}$.

Из теории, изложенной в [12] с доказательствами, а в [13, 14] без доказательств и свойств, следует, что существует дискретное, бесконечное, с точкой сгущения в нуле множество собственных чисел $1/\lambda_i^2$ уравнения $u = Fu + \lambda^2 Au, u \in H; A \equiv B(I - F)^{-1}B$.

Эти собственные числа и соответствующие собственные функции можно находить последовательно, начиная с первого, по следующей итерационной схеме:

$$u_{k+1} = Fu_k + \sigma_k Au_k, k = 1, 2, 3, \dots, u_1 = Ah, h \in H, \quad (18)$$

$$\sigma_k = \|Au_k\|^{-2} \left(-(Fu_k, Au_k) + \left((Fu_k, Au_k)^2 + \|Au_k\|^2 (\|u_k\|^2 - \|Fu_k\|^2) \right)^{\frac{1}{2}} \right). \quad (19)$$

Данный итерационный алгоритм сходится к решению уравнения в смысле:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \sigma_k = \lambda_1^2, \quad \lim_{k \rightarrow \infty} \|u_k - \phi_1\|^2 = 0,$$

где λ_1^2 – первое спектральное число, ϕ_1 – первая собственная функция, параметры σ_k монотонно уменьшаются на итерациях

$$\sigma_{k+1} < \sigma_k. \quad (20)$$

В статьях [15, 16] установлено:

при любом значении параметра $0 < |\eta| < \infty$ и любом значении коэффициента демпфирования \mathcal{G} , $0 \leq \mathcal{G} < \infty$, нахождение множества $a, q \in \Gamma$ для уравнения (1) эквивалентно решению спектрального уравнения на основе итерационного алгоритма (18), (19), при этом параметры a, q связаны с параметрами λ_i, η соотношениями

$$a_i = \lambda_i, \quad q_i = \lambda_i \eta, \quad (21)$$

где $a_i = a_i(q_i)$ – отдельные ветви многозначной функции Γ .

Для любого значения коэффициента \mathcal{G} в плоскости aq имеется бесконечная последовательность чередующих областей устойчивости и неустойчивости решения уравнения (1).

Численные расчеты

Вычисление части кривой Γ , соответствующей в плоскости aq границе между первой зоной устойчивости и зонами неустойчивости, проводилось на основе итерационной схемы (18), (19) и уравнения $u = Fu + \lambda^2 Au, u \in H; A \equiv B(I - F)^{-1}B$ при задании функции $\phi(t) = \cos 2t$. Предварительно итерационная схема (18), (19) тестировалась при решении других задач, но с другими операторами. В работах исследователей [17, 18] представлены результаты такого опробования для одной задачи устойчивости.

Результаты расчетов контролировались двумя способами:

1. По величине относительной невязки уравнения (9):

$$\varepsilon_1 = \left\| \phi_j - F\phi_j - \lambda_j B u_j \right\| / \left[\left\| \phi_j \right\|^2 + \left\| F\phi_j \right\|^2 + \left\| \lambda_j B u_j \right\|^2 \right].$$

2. Независимым способом. По величине невязки

$$\varepsilon_2 = \frac{\left| \left[x_1(\pi) + x_{2,t}(\pi) \right]^2 - (1 + e^{-9\pi})^2 \right|}{\left[x_1(\pi) + x_{2,t}(\pi) \right]^2 + (1 + e^{-9\pi})^2}$$

условия $\left[x_1(\pi) + x_{2,t}(\pi) \right]^2 = (1 + e^{-9\pi})^2$, следующего из замечания 1. В этом случае величина $x_1(\pi) + x_{2,t}(\pi)$ находилась из численного решения дифференциального уравнения (1) на промежутке $(0, \pi)$ с начальными условиями $x_1(0) = 1, x_{1,t}(0) = 0, x_2(0) = 0, x_{2,t}(0) = 1$. Причем в качестве параметров a и q в уравнение (1) подставлялись параметры, найденные по итерационной схеме (18), (19).

Интегралы в операторах считались по квадратурным формулам трапеций с числом узлов на промежутке $(0, 2\pi)$, равным 3000. При расчетах параметр η варьировался с переменным шагом от 0.1 до 1000. Во всем диапазоне варьируемых параметров для ошибок $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ выполнялись неравенства $\varepsilon_1 \leq 10^{-5}, \varepsilon_2 \leq 10^{-2}$.

Величина ε_2 отражает не только погрешность нахождения параметров $a, q \in \Gamma$, но и погрешность решения уравнения (1) с начальными условиями (6), которое также находилось численно. Для уменьшения погрешности ε_2 желательно уметь решать уравнение (1) с приемлемой точностью.

Для значительной части точек $a, q \in \Gamma$ это удастся сделать, не используя слишком больших вычислительных ресурсов. Однако в окрестности, кратной точки на оси a , являющейся точкой самопересечения кривой Γ , а также вблизи участков кривой Γ , расположенных близко друг к другу, приходится использовать значительные вычислительные ресурсы, чтобы получить достаточно точное решение уравнения (1).

Результаты численных расчетов кривой Γ для значений $\mathcal{G} = 0,2; \mathcal{G} = 0,3; \mathcal{G} = 0,4$ приведены на рисунках 1, 2, 3, где в силу симметрии кривой Γ относительно оси a показаны только кривые в полуплоскости $q > 0$.

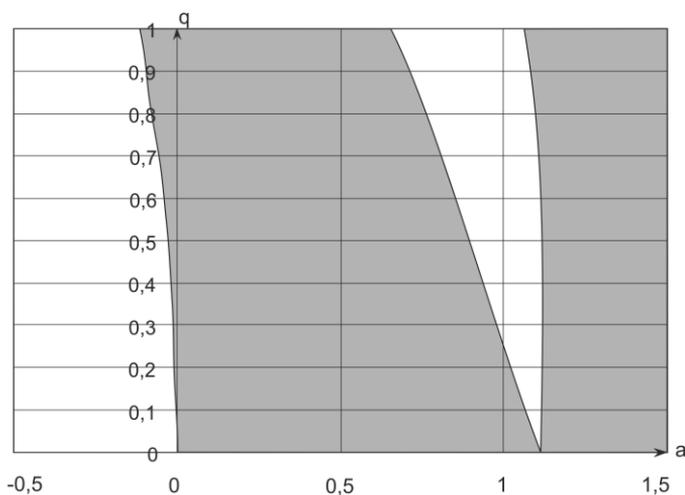


Рис. 1. Зоны устойчивости и неустойчивости для значений: $\mathcal{G} = 0,2$

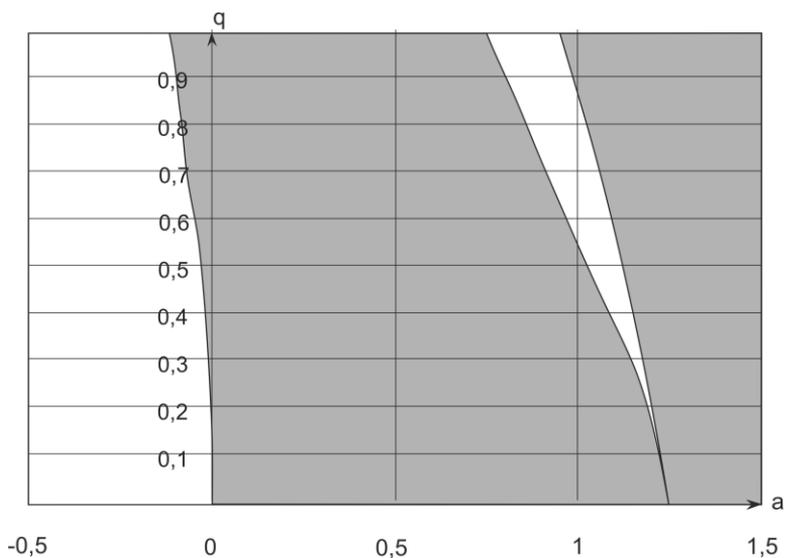


Рис. 2. Зоны устойчивости и неустойчивости для значений: $\mathcal{G} = 0,3$

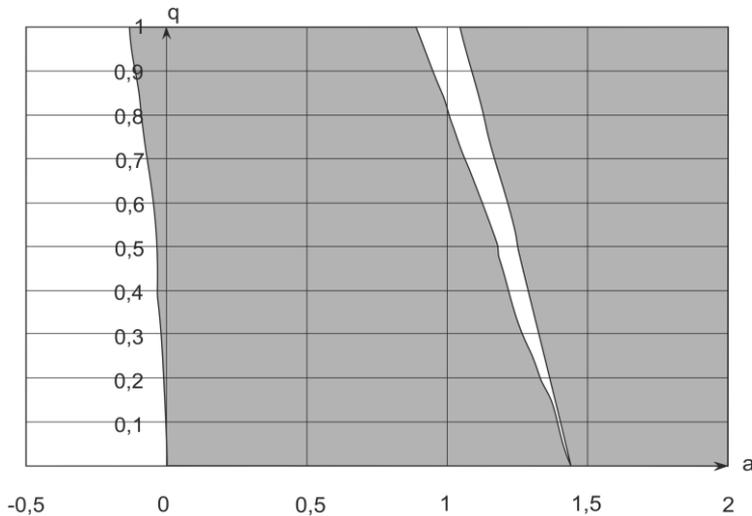


Рис. 3. Зоны устойчивости и неустойчивости для значений: $\mathcal{G} = 0,4$

При проведении расчетов определялись спектральные числа λ_1^2 , λ_2^2 как функции от варьируемого параметра η , а по этим спектральным числам находились параметры $a, q \in \Gamma$.

На рисунках зоны устойчивости окрашены в серый цвет, а зоны неустойчивости имеют белый цвет.

Общая картина изменения зон устойчивости и неустойчивости в плоскости aq с изменением величины \mathcal{G} сводится к следующему:

- первая зона устойчивости монотонно растет с увеличением параметра \mathcal{G} , причем ее левая граница асимптотически стремится к оси q при $a = 0$, а правая граница перемещается по оси a вправо и вверх по оси q ;
- зона неустойчивости в четверть плоскости $a > 0, q > 0$ также перемещается вправо и вверх, не отрываясь от оси a при $q = 0$, где имеется кратная точка. Ширина зоны монотонно уменьшается, асимптотически стремясь к нулю.

Аналогичные результаты были представлены в статье [19, 20] для других значений коэффициента демпфирования.

Заключительное замечание

Представляет интерес сравнение полученных результатов с результатами существующей в настоящее время методикой приближенного исследования влияния демпфирования на параметрические колебания. Эта приближенная методика излагается разными авторами, например, достаточно подробно она изложена в работе [21] применительно к уравнению параметрических колебаний в форме (2).

Характер участков этой кривой качественно отличается от характера кривой Γ , полученной в статье. С ростом коэффициента \mathcal{G} кривые отделяются от кратных точек, но перемещаются не вправо по оси a , как в настоящей статье, а вверх по оси q .

Картина зон устойчивости и неустойчивости в плоскости aq получается при этом значительно отличной от картины зон на рис. 1, 2, 3, особенно при больших \mathcal{G} .

Аналогичные результаты были представлены в статье В.И. Тараканова, М.В. Нестеренко [22, 23] для других значений коэффициента демпфирования.

Литература

1. Стретт Дж.В. (лорд Релей) Теория звука. – М.-Л.: Гостехиздат, 1940.
2. Болотин В.В. Динамическая устойчивость упругих систем. – М.: Гостехиздат, 1950.
3. Пановко Я.Г., Губанова И.И. Устойчивость и колебания упругих систем. – М.: Наука, 1987.
4. Бидерман В.Л. Теория механических колебаний. – М.: Высш. школа, 1980.
5. Прочность, устойчивость, колебания: Справочник: В 3 т. Т. 3 / Под ред. И.А. Биргера, Я.Г. Пановко. – М.: Машиностроение, 1968.
6. Floquet G. Sur les equations differentielles lineares a coefficients periodiques // Ann. de l'Ecole Normale, 2-e series. – 1883. – Т. 12. – № 47.
7. Tarakanov V.I., Lysenkova S.A. Iterative algorithm of determining the stability of an equation of oscillations with damping // Numerical Analysis and Application. – Pleiades Publishing Inc., 2012. – Vol. 5. – № 1. – P. 84–98.
8. Тараканов В.И., Лысенкова С.А. Итерационный алгоритм определения устойчивости уравнения колебаний при наличии демпфирования // Сиб. журн. вычисл. математики. – Новосибирск, 2012. – Т. 15. – № 1. – С. 103–119.
9. Тараканов В.И. Уравнения с компактными операторами в гильбертовом пространстве и итерационные алгоритмы их решения. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007.
10. Iterative algorithm of determining the stability...
11. Итерационный алгоритм определения устойчивости...
12. Уравнения с компактными операторами...
13. Тараканов В.И., Нестеренко М.В. Итерационный алгоритм исследования и численного решения спектральных задач для линейного пучка компактных, частично симметричных операторов // Сиб. журн. вычисл. математики. – Новосибирск, 2010. – Т. 13. – № 3. – С. 343–359.
14. Tarakanov V.I., Nesterenko M.V. Iterative algorithm of investigating and numerical solving spectral problems for a linear bunch of compact, partially symmetric operators // Numerical Analysis and Application. – 2010. – Vol. 3. – № 3. – P. 279–293.
15. Iterative algorithm of determining the stability...
16. Итерационный алгоритм определения устойчивости...
17. Итерационный алгоритм исследования и численного решения...
18. Iterative algorithm of investigating and numerical solving...
19. Iterative algorithm of determining the stability...
20. Итерационный алгоритм определения устойчивости...
21. Устойчивость и колебания упругих систем...
22. Iterative algorithm of determining the stability...
23. Итерационный алгоритм определения устойчивости...

В.А. Галкин, А.А. Епифанов

**МЕТОД КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ДЛЯ ТРЕХМЕРНЫХ УРАВНЕНИЙ НАВЬЕ-СТОКСА
ДЛЯ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ В ОБЛАСТИ,
ИМЕЮЩЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКУЮ ФОРМУ**

1. Введение

Уравнения Навье-Стокса являются основой описания явлений, происходящих в жидкой среде. В связи с тем, что эти уравнения для несжимаемых жидкостей нелинейны и не принадлежат к типу уравнений Коши-Ковалевской, известные точные решения немногочисленны, а применение численных методов вызывает ряд трудноразрешимых проблем.

В предлагаемой работе предложено численное решение трехмерных уравнений Навье-Стокса для несжимаемой жидкости для различных чисел Рейнольдса методом конечных элементов.

2. Решение системы уравнений Навье-Стокса

2.1. Постановка задачи

Решается задача о трехмерном движении вязкой несжимаемой жидкости в ограниченной области $(x, y, z) \in D$, $S = S_1 + S_2 + S_3$, $S = \partial D$ – граница области D :
 $S_1 = \partial D = \{(x, y, z) : x^2 + y^2 = R^2\}$, $S_2 = \partial D = \{(x, y, z) : z = 0\}$,
 $S_3 = \partial D = \{(x, y, z) : z = H\}$, имеющей цилиндрическую форму, в переменных скорость – давление. На границе S задаются граничные и начальные условия.

Запишем трехмерные уравнения Навье-Стокса для этой области в декартовой системе координат:

$$\begin{cases} \frac{\partial \mathbf{U}}{\partial t} + \mathbf{U} \frac{\partial \mathbf{U}}{\partial x_1} + \mathbf{U} \frac{\partial \mathbf{U}}{\partial x_2} + \mathbf{U} \frac{\partial \mathbf{U}}{\partial x_3} + \frac{\partial \mathbf{P}}{\partial x} = \boldsymbol{\varepsilon} \cdot \Delta \mathbf{U} \\ \frac{\partial \mathbf{U}_1}{\partial x_1} + \frac{\partial \mathbf{U}_2}{\partial x_2} + \frac{\partial \mathbf{U}_3}{\partial x_3} = 0 \end{cases}, \quad (1)$$

где $\mathbf{U} = \mathbf{U}(U_1, U_2, U_3)$ – неизвестная функция скорости, $\mathbf{P} = \mathbf{P}(x_1, x_2, x_3)$ – неизвестная функция давления, $\mathbf{x} = \mathbf{x}(x_1, x_2, x_3)$ – трехмерная координата.

Для рассмотрения эффективности численного решения трехмерной задачи (1) методом конечных элементов в области, имеющей цилиндрическую форму, рассмотрим следующую тестовую задачу:

$$\frac{\partial \mathbf{U}_1}{\partial x} + \frac{\partial \mathbf{U}_2}{\partial y} + \frac{\partial \mathbf{U}_3}{\partial z} = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \mathbf{U}_1}{\partial t} + \mathbf{U}_1 \frac{\partial \mathbf{U}_1}{\partial x} + \mathbf{U}_2 \frac{\partial \mathbf{U}_1}{\partial y} + \mathbf{U}_3 \frac{\partial \mathbf{U}_1}{\partial z} + \frac{\partial \mathbf{P}}{\partial x} = \mathcal{E} \cdot \Delta \mathbf{U}_1, \quad (3)$$

$$\frac{\partial \mathbf{U}_2}{\partial t} + \mathbf{U}_1 \frac{\partial \mathbf{U}_2}{\partial x} + \mathbf{U}_2 \frac{\partial \mathbf{U}_2}{\partial y} + \mathbf{U}_3 \frac{\partial \mathbf{U}_2}{\partial z} + \frac{\partial \mathbf{P}}{\partial y} = \mathcal{E} \cdot \Delta \mathbf{U}_2, \quad (4)$$

$$\frac{\partial \mathbf{U}_3}{\partial t} + \mathbf{U}_1 \frac{\partial \mathbf{U}_3}{\partial x} + \mathbf{U}_2 \frac{\partial \mathbf{U}_3}{\partial y} + \mathbf{U}_3 \frac{\partial \mathbf{U}_3}{\partial z} + \frac{\partial \mathbf{P}}{\partial z} = \mathcal{E} \cdot \Delta \mathbf{U}_3. \quad (5)$$

Для тестирования численного решения тестовой задачи зададим следующие начальные и граничные условия:

Начальные условия:

$$\mathbf{U} = \mathbf{U}(U_1, U_2, U_3) |_{t=0} = (-y, x, 0), \quad (6)$$

$$\mathbf{P} = \mathbf{P}(x, y, z) |_{t=0} = -\frac{R^2 - x^2 - y^2}{2}. \quad (7)$$

Граничные условия для скорости:

$$\mathbf{U} |_{S_1} = \mathbf{U} |_{S_2} = \mathbf{U} |_{S_3} = (-y, x, at). \quad (8)$$

Граничные условия для давления:

$$\begin{aligned} \mathbf{P} |_{S_1} &= -az \\ \mathbf{P} = \mathbf{P}(x, y, z) |_{S_2} &= -(R^2 - x^2 - y^2)/2 - az \end{aligned} \quad (9)$$

$$\mathbf{P} = \mathbf{P}(x, y, z) |_{S_3} = -(R^2 - x^2 - y^2)/2 - az.$$

Аналитическое решение задачи (2) – (5) запишем в виде:

$$\begin{aligned} \mathbf{U} &= \mathbf{U}(U_1, U_2, U_3) = (-y, x, at) \\ \mathbf{P} &= \mathbf{P}(x, y, z) = -(R^2 - x^2 - y^2)/2 - az, \end{aligned} \quad (10)$$

где $\mathbf{U} = \mathbf{U}(U_1(x, y, z), U_2(x, y, z), U_3(x, y, z))$, $\mathbf{P} = \mathbf{P}(x, y, z)$, $\mathbf{n} = \mathbf{n}(n_x, n_y, n_z)$ – вектор внешней нормали, $(x, y, z) \in D$ – ограниченная область, a – некоторая постоянная, t – время, \mathcal{E} – параметр, зависящий от числа Рейнольдса. Численное решение поставленной задачи будем искать в области D , для которой проведем процедуру триангуляции.

2.2. Построение сетки

Для решения задачи триангуляции цилиндра необходимо сначала решить задачу триангуляции круга. Существует несколько способов решения этой задачи. Один из них

предполагает использование шаблона, который позволяет получить сетки достаточно высокого качества, при этом круг делится на треугольные сектора. Количество секторов может варьироваться от 4 до 7 (меньше или больше может привести к значительным искажениям сетки).

Размещение узлов внутри секторов производится с помощью концентрических окружностей, причем на каждой последующей окружности количество узлов увеличивается на количество секторов (т. е. в каждый сектор добавляется по узлу). Если распределять узлы на отрезках дуг равномерно, то полярные координаты узлов можно вычислять по индексам с помощью формул вида:

$$\rho_{i,j} = R_i, \quad \varphi_{i,j} = 2\pi \frac{j}{iN}, \quad i = 1, 2, 3, \dots; j = 1, 2, \dots, iN, \quad (11)$$

где i – номер окружности, R_i – радиус окружности, j – номер узла, N – количество секторов. На рисунке 1 показан пример сетки на основе 6 секторов.

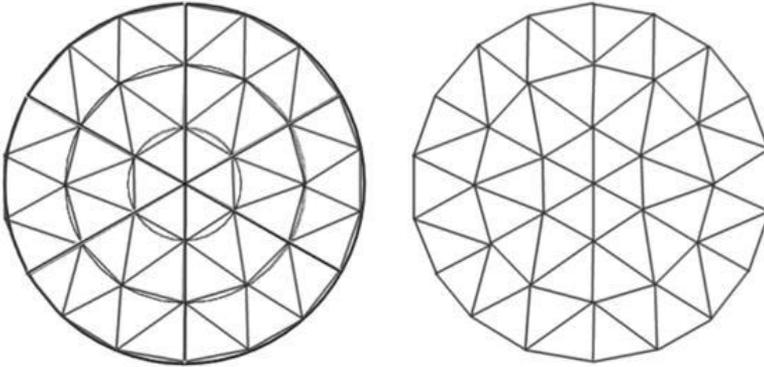


Рис. 1. Построение сетки на основе 6 секторов

Дискретизацию цилиндра удобнее всего проводить путем разбиения его на слои. Каждый слой представляет собой тонкий цилиндр, причем триангуляции обоих его оснований должны быть идентичны. Соединив ребрами соответствующие друг другу узлы на разных основаниях, можно получить так называемую «призматическую» сетку, то есть разбиение цилиндра на пятигранные призмы (рис. 2).

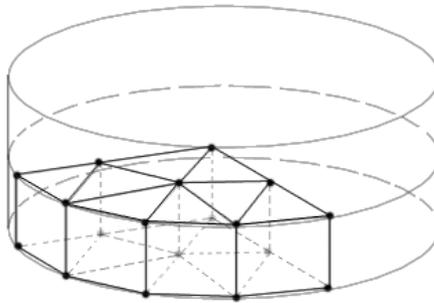


Рис. 2. Построение призматической сетки в цилиндре

Таким образом исходная задача сведена к вопросу о разбиении конечного элемента – пятигранной призмы – на тетраэдры. Разбиение призмы на тетраэдры проводится с помощью диагональных ребер, при этом необходимо согласовывать направление вставляемых ребер, чтобы не столкнуться с невозможностью разбиения призмы на тетраэдры без вставки дополнительных узлов. Пример разбиения призмы на конечные элементы – тетраэдры показан на рис. 3 [1].

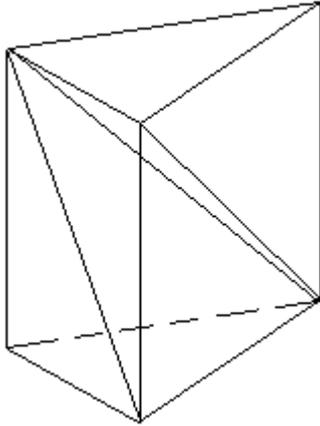


Рис. 3. Пример разбиения призмы на тетраэдры

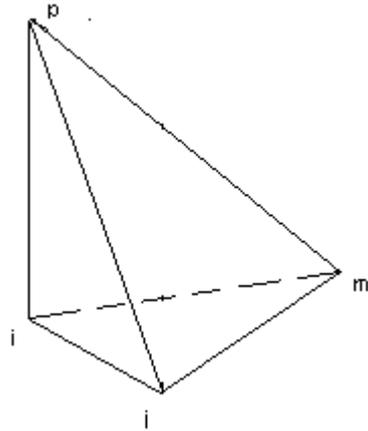


Рис. 4. Линейный тетраэдральный конечный элемент

После разбиения призм на тетраэдры проводится процедура нумерации узлов сетки.

2.3. Разностная схема и расчет поля давления

Нестационарная задача (2) – (5) с начальными тестовыми условиями (6) – (7) и граничными условиями (8) – (9) решается при помощи частично неявной разностной схемы (12) на сетке, состоящей из линейных тетраэдральных конечных элементов, общей для скоростей и давления:

$$\begin{aligned} \frac{U_1^{n+1} - U_1^n}{\tau} + U_1^n \frac{\partial U_1^n}{\partial x} + U_2^n \frac{\partial U_1^n}{\partial y} + U_3^n \frac{\partial U_1^n}{\partial z} + \frac{\partial P^{n+1}}{\partial x} &= \Delta U_1^{n+1} / \mathcal{E} \\ \frac{U_2^{n+1} - U_2^n}{\tau} + U_1^n \frac{\partial U_2^n}{\partial x} + U_2^n \frac{\partial U_2^n}{\partial y} + U_3^n \frac{\partial U_2^n}{\partial z} + \frac{\partial P^{n+1}}{\partial y} &= \Delta U_2^{n+1} / \mathcal{E}, \quad (12) \\ \frac{U_3^{n+1} - U_3^n}{\tau} + U_1^n \frac{\partial U_3^n}{\partial x} + U_2^n \frac{\partial U_3^n}{\partial y} + U_3^n \frac{\partial U_3^n}{\partial z} + \frac{\partial P^{n+1}}{\partial z} &= \Delta U_3^{n+1} / \mathcal{E} \end{aligned}$$

$$\frac{\partial U_1^{n+1}}{\partial x} + \frac{\partial U_2^{n+1}}{\partial y} + \frac{\partial U_3^{n+1}}{\partial z} = 0. \quad (12a)$$

Для решения системы уравнений (12) относительно поля скоростей $\mathbf{U} = \mathbf{U}(\mathbf{U}_1(x, y, z), \mathbf{U}_2(x, y, z), \mathbf{U}_3(x, y, z))$ необходимо определить неизвестное давление на верхнем слое по времени. Для этого необходимо решить уравнение Пуассона для давления, которое получается путем сложения первых трех уравнений системы (12), продифференцированных по x , y и z соответственно. Так как уравнение неразрывности (12а) выполняется и для начальных данных, то уравнение Пуассона сводится к виду:

$$\frac{\partial^2 \mathbf{P}^{n+1}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \mathbf{P}^{n+1}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \mathbf{P}^{n+1}}{\partial z^2} = \mathbf{F}^n, \quad (13)$$

где
$$\mathbf{A} = \left(\frac{\partial \mathbf{U}_2^n}{\partial x} \frac{\partial \mathbf{U}_1^n}{\partial y} + \frac{\partial \mathbf{U}_3^n}{\partial x} \frac{\partial \mathbf{U}_1^n}{\partial z} + \frac{\partial \mathbf{U}_2^n}{\partial z} \frac{\partial \mathbf{U}_3^n}{\partial y} \right),$$

$$\mathbf{B} = \left(\frac{\partial \mathbf{U}_1^n}{\partial y} \frac{\partial \mathbf{U}_2^n}{\partial z} + \frac{\partial \mathbf{U}_3^n}{\partial x} \frac{\partial \mathbf{U}_1^n}{\partial z} + \frac{\partial \mathbf{U}_3^n}{\partial y} \frac{\partial \mathbf{U}_2^n}{\partial z} \right),$$

$$\mathbf{F}^n = -2(\mathbf{A} - \mathbf{B}). \quad (13a)$$

Запишем уравнение (13) в матричном виде:

$$[\mathbf{K}^n] [\mathbf{P}^{n+1}] = [\mathbf{F}^n], \quad (14)$$

где $[\mathbf{K}^n]$ – объединенная матрица жесткости элементов, $[\mathbf{F}^n]$ – вектор нагрузки, $[\mathbf{P}^{n+1}]$ – неизвестные значения давления в узлах сетки. Система линейных уравнений (14) решается на каждом шаге по времени с учетом граничных условий, имеющих вид (9). Выполнения выражения (13) влечет за собой и выполнение следующего выражения для дивергенции скорости:

$$\left((\text{div} \mathbf{U})^{n+1} - (\text{div} \mathbf{U})^n \right) / \tau - \mathcal{E} \cdot \Delta^{n+1} (\text{div} \mathbf{U}) = 0, \quad (15)$$

которое еще не обеспечивает выполнения разностного уравнения неразрывности: $(\text{div} \mathbf{U})^{n+1} = 0$.

Утверждение 1. Если выполнено равенство (15), граничное условие: $(\text{div} \mathbf{U})_m = 0$, $m \in \partial D$ и уравнение неразрывности для начальных данных:

$$\text{div} \mathbf{U}_m^0 = \left(\frac{\partial \mathbf{U}_1^0}{\partial x} \right)_m + \left(\frac{\partial \mathbf{U}_2^0}{\partial y} \right)_m + \left(\frac{\partial \mathbf{U}_3^0}{\partial z} \right)_m = 0, \quad m \in D, \text{ то и на каждом последующем}$$

слое по времени будет выполняться уравнение неразрывности: $(\text{div} \mathbf{U})_m^{n+1} = 0$, $n \geq 0$.

Доказательство. Дискретная дивергенция скорости является сеточной функцией, определенной в тех точках сетки, в которых определено давление \mathbf{P} . Обозначим эту функцию через \mathbf{q} : $\mathbf{q}_m^n = (\text{div} \mathbf{U})_m^n$, $m \in D$. Для доказательства будем использовать метод математической индукции.

Если дискретное уравнение неразрывности выполнено на n -м слое по времени: $(\text{div}\mathbf{U})^n = 0$, то на $(n+1)$ -м слое мы имеем первую краевую задачу с однородной системой разностных уравнений и нулевыми граничными условиями:

$$\Delta_m^{n+1} \mathbf{q} - \mathbf{q}_m^{n+1} / (\mathcal{E}\tau) = 0, \quad \mathbf{q}_m^{n+1} = 0,$$

которая подчиняется принципу максимума, а значит, имеет единственное тривиальное решение $\mathbf{q}_m^{n+1} = 0$. Значит, при выполнении условия неразрывности на n -м слое по времени оно выполняется и на следующем $(n+1)$ -м слое. А так как на нулевом слое это условие тоже выполнено, то по индукции оно выполняется на каждом слое по времени $n > 0$, что и требовалось доказать [2, 3].

2.4. Расчет поля скоростей

Пусть $\mathbf{U} = \mathbf{U}(U_1, U_2, U_3)$ – неизвестное приближенное значение скорости на $(n+1)$ -м временном слое, при подстановке которого в уравнения (12) получим не тождество, а некоторую невязку $\mathbf{R}(U)$, отличную от нуля. Согласно методу Галеркина, невязка будет минимальной при:

$$\int_V \mathbf{W}_i \mathbf{R}(U) dV = 0, \quad (16)$$

где \mathbf{W}_i – некоторая система весовых функций. При использовании метода Галеркина невязка к границам элементам $\mathbf{R}(U)$ будет минимальна, если в качестве весовых функций выбрать базисные функции (функции формы) $\mathbf{N}_i(x, y, z)$, то есть: $\mathbf{W}_i = \mathbf{N}_i(x, y, z)$. Обозначим:

$$\left[\mathbf{F}_1^n \right] = \left[- \left(\mathbf{U}_1^n \frac{\partial \mathbf{U}_1^n}{\partial x} + \mathbf{U}_2^n \frac{\partial \mathbf{U}_1^n}{\partial y} + \mathbf{U}_3^n \frac{\partial \mathbf{U}_1^n}{\partial z} + \frac{\partial \mathbf{P}^{n+1}}{\partial x} \right) \right]. \quad (17)$$

Используя то, что, $\frac{\partial \mathbf{W}_i}{\partial x} = \frac{\partial \mathbf{N}_i}{\partial x}$, $\frac{\partial \mathbf{W}_i}{\partial y} = \frac{\partial \mathbf{N}_i}{\partial y}$ и $\frac{\partial \mathbf{W}_i}{\partial z} = \frac{\partial \mathbf{N}_i}{\partial z}$, запишем урав-

нение (12) для компоненты \mathbf{U}_1 в виде:

$$\int_V \left(-\mathcal{E} \left(\left[\frac{\partial \mathbf{N}_i}{\partial x} \right]^T \left[\frac{\partial \mathbf{N}_i}{\partial x} \right] + \left[\frac{\partial \mathbf{N}_i}{\partial y} \right]^T \left[\frac{\partial \mathbf{N}_i}{\partial y} \right] + \left[\frac{\partial \mathbf{N}_i}{\partial z} \right]^T \left[\frac{\partial \mathbf{N}_i}{\partial z} \right] \right) \{ \mathbf{U}_1 \} \right) dV + \int_V \left(\left[\mathbf{N}_i \right]^T \left[\mathbf{N}_i \right] \frac{\partial \{ \mathbf{U}_1 \}}{\partial \tau} + \left[\mathbf{N}_i \right]^T \left[\mathbf{F}_1^n \right] \right) dV + \int_S \mathbf{U}_1 \mathbf{n}_1 \left[\mathbf{N}_1 \right]^T = 0, \quad (18)$$

где \mathbf{n}_1 – х – компонента вектора внешней нормали к границе [4]. В сокращенном виде (18) можно записать:

$$[\mathbf{C}_1] \frac{\partial \{\mathbf{U}_1^{n+1}\}}{\partial \tau} + [\mathbf{K}_1] \{\mathbf{U}_1^{n+1}\} + [\mathbf{F}_1] = 0, \quad (19)$$

где $[\mathbf{C}_1]$ – матрица демпфирования, учитывающая изменения скорости во времени, $[\mathbf{K}_1]$ – матрица жесткости, $[\mathbf{F}_1]$ – вектор столбец нагрузки, $[\mathbf{U}_1]$ – искомый вектор столбец значений компоненты скорости \mathbf{U}_1 в узлах сетки.

Используя обозначение (17), уравнения (12) и записав уравнение (18) для компонент скорости \mathbf{U}_2 , \mathbf{U}_3 , получим уравнения для этих компонент, аналогичные уравнению (19):

$$[\mathbf{C}_2] \frac{\partial \{\mathbf{U}_2^{n+1}\}}{\partial \tau} + [\mathbf{K}_2] \{\mathbf{U}_2^{n+1}\} + [\mathbf{F}_2] = 0, \quad (20)$$

$$[\mathbf{C}_3] \frac{\partial \{\mathbf{U}_3^{n+1}\}}{\partial \tau} + [\mathbf{K}_3] \{\mathbf{U}_3^{n+1}\} + [\mathbf{F}_3] = 0. \quad (21)$$

Объединяя уравнения (19) – (21) и используя следующие обозначения:

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} \mathbf{C}_1 \\ \mathbf{C}_2 \\ \mathbf{C}_3 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{K} = \begin{bmatrix} \mathbf{K}_1 \\ \mathbf{K}_2 \\ \mathbf{K}_3 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{F} = \begin{bmatrix} \mathbf{F}_1 \\ \mathbf{F}_2 \\ \mathbf{F}_3 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{U} = \begin{bmatrix} \mathbf{U}_1 \\ \mathbf{U}_2 \\ \mathbf{U}_3 \end{bmatrix}, \quad (22)$$

запишем матричное уравнение для скорости [5, 6]:

$$[\mathbf{C}] \frac{\partial \{\mathbf{U}^{n+1}\}}{\partial \tau} + [\mathbf{K}] \{\mathbf{U}^{n+1}\} + [\mathbf{F}] = 0. \quad (23)$$

Для интегрирования (23) по времени используется неявная конечно-разностная схема

$$([\mathbf{C}] / \tau + [\mathbf{K}]) \{\mathbf{U}^{n+1}\} = ([\mathbf{C}] / \tau) \{\mathbf{U}^n\} - [\mathbf{F}]. \quad (24)$$

Система уравнений (24) решается на каждом шаге по времени, с учетом граничных условий (8) [7].

3. Численные расчеты

В качестве тестовых расчетов использовалась задача о течении несжимаемой жидкости в области, имеющей цилиндрическую форму по схеме МКЭ 1-го порядка.

Для первого теста решалась задача (2) – (5) со следующими параметрами и граничными условиями: размер сетки с тетраэдральными линейными элементами равен 1458 элементам, число узлов сетки равно 370, параметр $a = 1$, шаг по времени $\tau = 1$, $\mathcal{E} = 1/\text{Re}$. В качестве начальных условий использовались условия (6) – (7), в качестве граничных – условия (8) – (9). Задача решалась для нескольких чисел Рейнольдса Re : 100, 500, 1000, 2760. Число итераций по времени составило 9752, затраченное время для расчетов: 538,5 сек.

Для второго теста решалась задача со следующими параметрами: та же сетка с 1458 элементами, параметр $a = 0,000001$, шаг по времени $\tau = 10$, $\mathcal{E} = 1/\text{Re}^2$. В качестве начальных условий использовались условия (6) – (7), в качестве граничных – условия (8) – (9). Задача решалась для нескольких чисел Рейнольдса Re : 100, 500, 1000, 2760.

Расчет велся до тех пор, пока максимальная относительная погрешность $\Delta_{\max} \leq 1\%$. Вычисления проводились на ЭВМ следующей конфигурации: Процессор Intel i3 2,6 GHz, ОЗУ 4Gb, NVidia GTS250 1Gb. Для решения СЛАУ и выполнения векторно-матричных вычислений использовалась библиотека LAPACK версии 3.3.0.

4. Заключение

1. Построен алгоритм решения трехмерной нестационарной системы уравнений Навье – Стокса по частично неявной схеме на тетраэдральной неструктурированной сетке, общей для скоростей и давления.

2. Метод конечных элементов хорошо распараллеливается: расчет базиса в ячейке, формирование матриц жесткости, демпфирования, решения СЛАУ может осуществляться как на отдельном процессоре (CPU), так и на графическом процессоре (GPU) с использованием технологий CUDA и OpenCL.

3. Проведены тестовые расчеты для задачи (2) – (9) в области, имеющей цилиндрическую форму для различных чисел Рейнольдса (100, 500, 1000, 2760).

4. При численном решении полной нестационарной системы Навье-Стокса используют следующую оценку для числа узлов: $N = O(\text{Re}^{9/4})$. Для реальных чисел Рейнольдса порядка $10^6 - 10^8$ число расчетных узлов должно составлять $N = 10^{13} - 10^{15}$. То есть возможности моделирования реальных задач сильно ограничены вычислительными ресурсами. Для сеток с числом узлов, равным 7000–8000, размер матриц жесткости и демпфирования, с учетом использования переменных двойной точности, составляет примерно 400 мб для каждой матрицы. Это накладывает ограничения на использование распределенных систем для вычислений, так как нужно пересылать между узлами достаточно большие объемы данных, что может накладывать определенные задержки в вычислительном процессе и некоторые узлы распределенной системы могут простаивать.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, гранты № 13-01-12051, № 11-01-00548-а, №12-01-97513.

Литература

1. Галанин М.П., Щеглов И.А. Разработка и реализация алгоритмов трехмерной триангуляции сложных пространственных областей: прямые методы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.keldysh.ru/papers/2006/rep10/rep2006_10.html#_Toc116470155. – Дата обращения: 20.02.2011.

2. Торгашев В.А. Метод разностных потенциалов для численного решения уравнений Навье-Стокса // Математическое моделирование. – 1998. – Т. 10. – № 8. – С. 81–102.

3. Норри Д., де Фриз Ж. Введение в метод конечных элементов. – М.: Мир, 1981. – 304 с., ил.

4. Флетчер К. Численные методы на основе метода Глеркина / Пер. с англ. Л.В. Соколовской; под ред. В.П. Шидловского. – М.: Мир, 1988. – 352 с., ил.

5. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975 – 541 с., ил.
6. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов / Пер. с англ. А.А. Шестакова; под ред. Б.Е. Победри. – М.: Мир, 1979 – 392 с., ил.
7. Волков П.К., Переверзев А.В. Метод конечных элементов для решения краевых задач регуляризованных уравнений несжимаемой жидкости в переменных «скорости-давление» // Математическое моделирование. – 2003. – Т. 15. – №3. – С. 15–28.
8. Smith L.M., Griffiths D.V. Programming the finite element method. Second Edition. – John Wiley and Sons LTD; 1988.

Приложение

Задача о течении несжимаемой жидкости в области, имеющей цилиндрическую форму

Тест 1

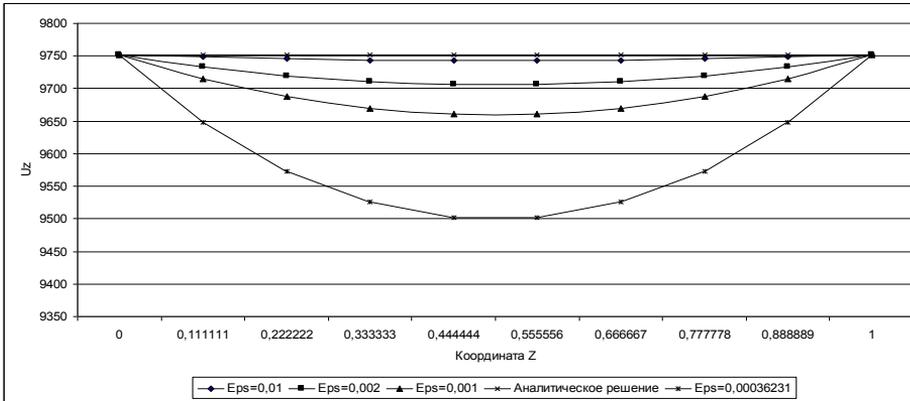


Рис. 5. Профиль компоненты скорости U_z при различных значениях параметра ε для точки с координатами (0,166667, 0,288675)

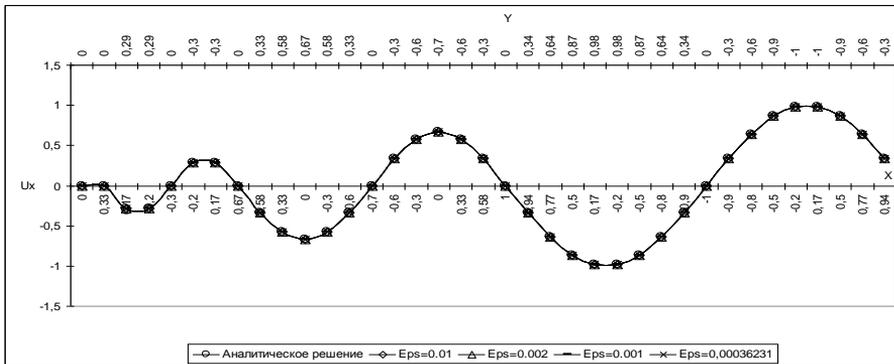


Рис. 6. Профиль компоненты скорости U_x при различных значениях параметра ε в направлении осей OXY при значении координаты $Z = 0,444$

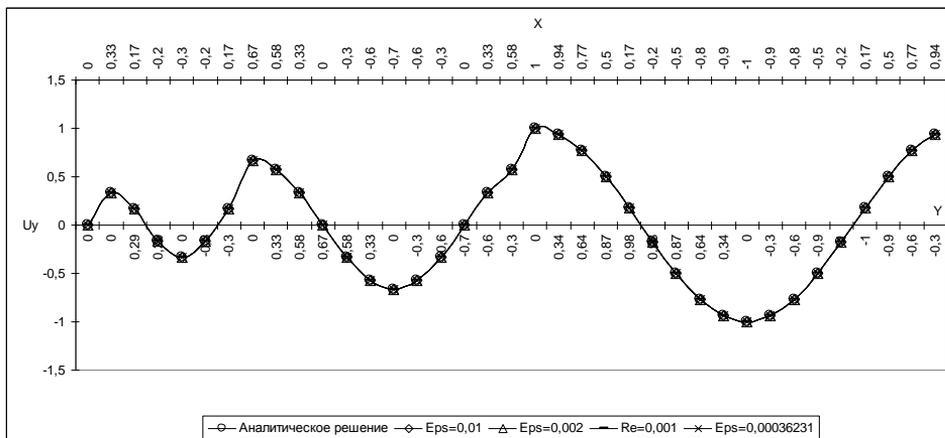


Рис. 7. Профиль компоненты скорости U_y при различных значениях параметра ε в направлении осей OXY при значении координаты $Z=0,444$

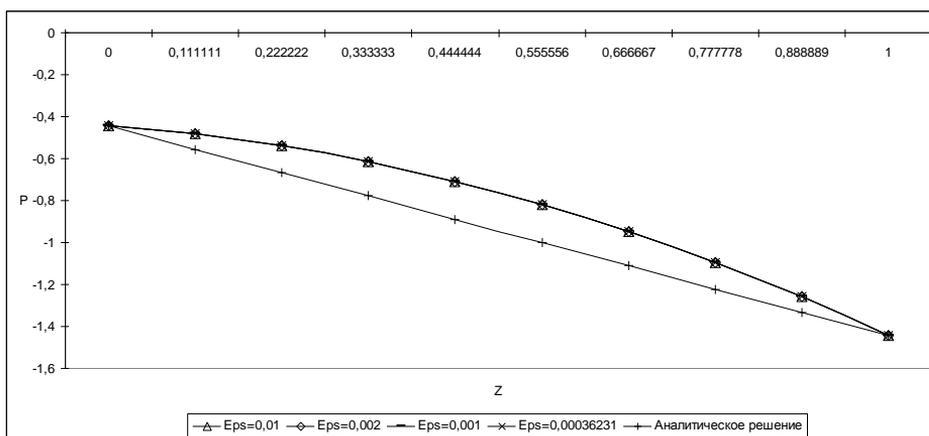


Рис. 8. Значение давления P вдоль оси OZ при различных значениях параметра ε для точки с координатами $(0,166667, 0,288675)$

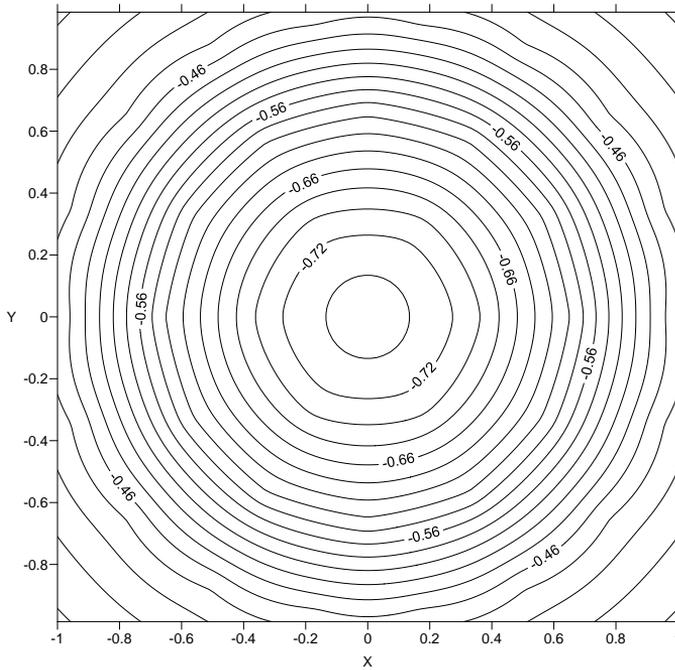


Рис. 9. Линии уровня для давления (численный расчет) в плоскости $Z=0.44444$

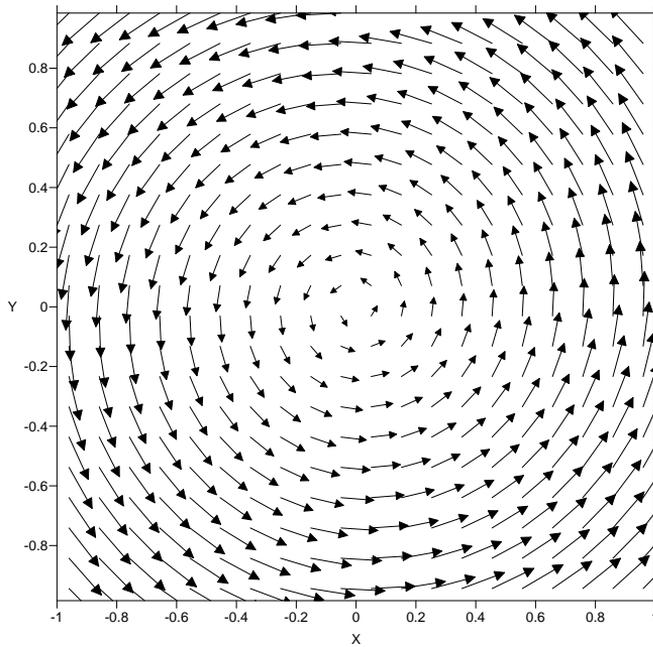


Рис. 10. Линии тока вектора скорости U в плоскости $Z=0.44444$

Задача о течении несжимаемой жидкости в области,
имеющей цилиндрическую форму

Тест 2

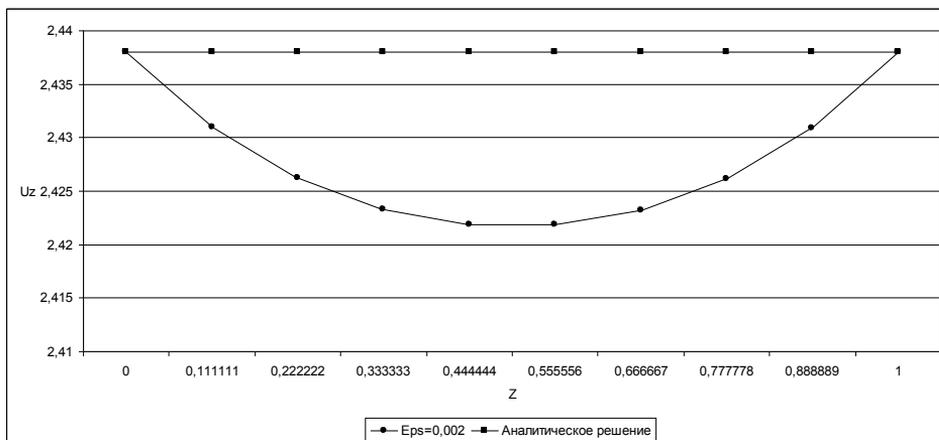


Рис. 11. Профиль компоненты скорости U_z при значении параметра $\varepsilon = 0,002$ для точки с координатами $(0,57735, 0,333333)$. Время расчета $T = 190258$ сек.

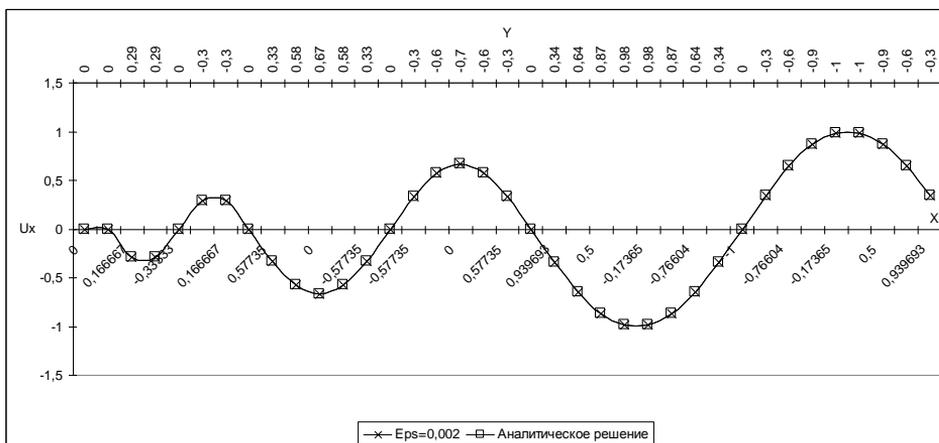


Рис. 12. Профиль компоненты скорости U_x при значении параметра $\varepsilon = 0,002$ в направлении осей OXY при значении координаты $Z = 0,333$.
Время расчета $T = 190258$ сек.

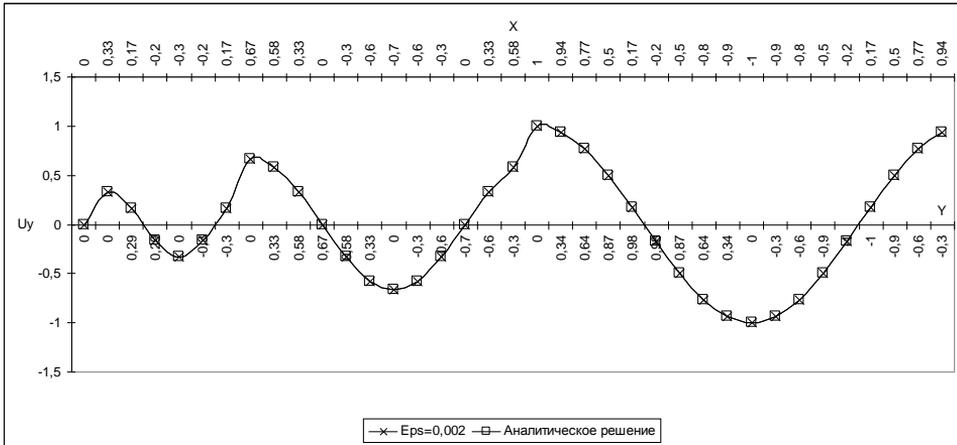


Рис. 13. Профиль компоненты скорости U_y при значении параметра $\epsilon = 0,002$ в направлении осей OXY при значении координаты $Z = 0,333$.
Время расчета $T = 190258$ сек.

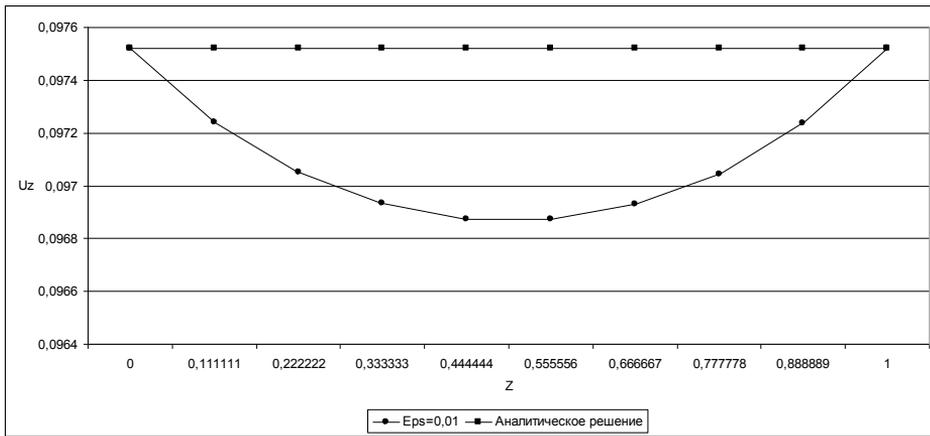


Рис. 14. Профиль компоненты скорости U_z при значении параметра $\epsilon = 0,01$ для точки с координатами $(0,57735, 0,333333)$. Время расчета $T = 4746$ сек.

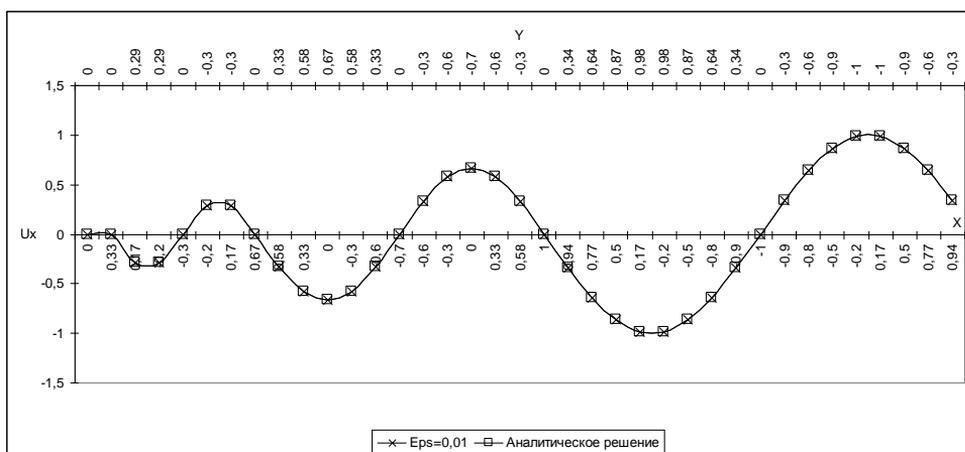


Рис. 15. Профиль компоненты скорости U_x при значении параметра $\varepsilon = 0,01$ в направлении осей OXY при значении координаты $Z = 0,333$.
Время расчета $T = 4746$ сек.

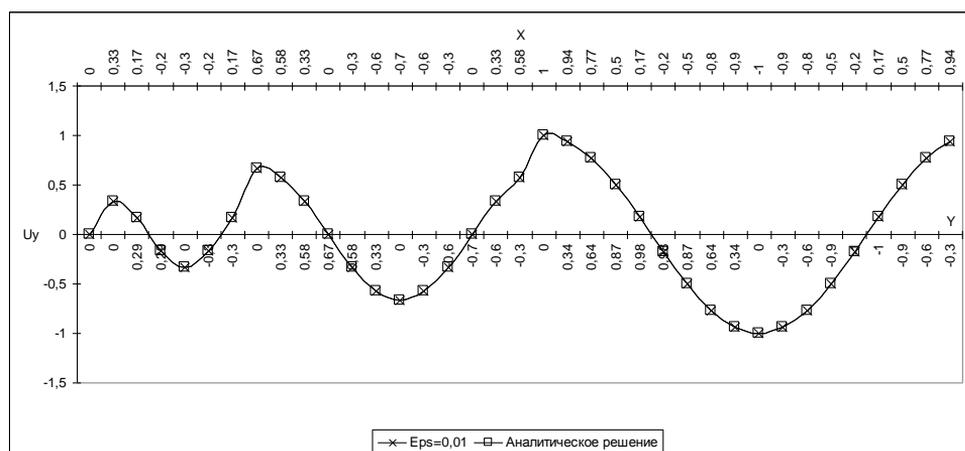


Рис. 16. Профиль компоненты скорости U_y при значении параметра $\varepsilon = 0,01$ в направлении осей OXY при значении координаты $Z = 0,333$.
Время расчета $T = 4746$ сек.

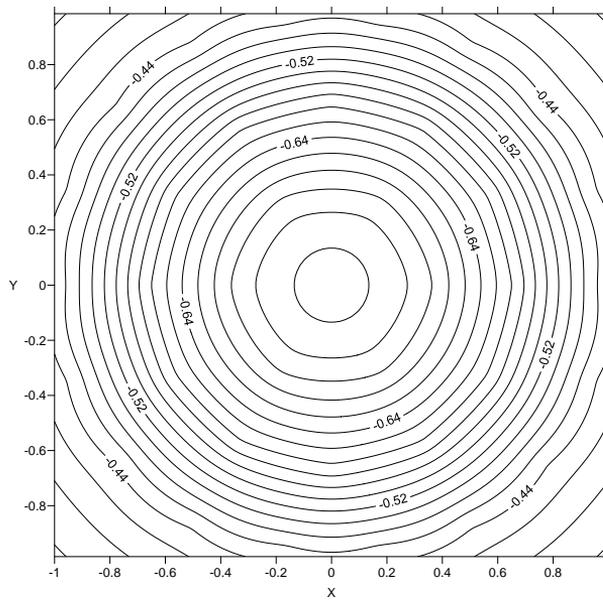


Рис. 17. Линии уровня для давления (численный расчет) в плоскости $Z=0.33333$

Т.К. Филиппов

СЖАТИЕ ЦИФРОВЫХ ДАННЫХ С ПОТЕРЯМИ. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЖАТИЯ

Введение

В основе любого способа сжатия информации лежит модель источника информации, или, более конкретно, модель избыточности. Иными словами, для сжатия информации используются некоторые сведения о том, какого рода информация сжимается.

При цифровой компрессии изображений качество получаемого при декодировании изображения напрямую зависит от степени сжатия. В настоящее время для компрессии используются алгоритмы с потерями, позволяющие (в отличие от алгоритмов без потерь) достигать больших степеней сжатия (до 20–100 раз). Подобные алгоритмы характеризуются потерями визуального качества закодированного сигнала по сравнению с исходным. Потеря информации не является критической при слабом сжатии. В противоположном случае при очень большой степени сжатия искажения становятся заметными и зачастую неприемлемыми для зрительного восприятия [1].

Альтернативные алгоритмы сжатия изображений

Для цифровых изображений как класса мультимедийных данных в настоящее время единственным действительно широко используемым форматом сжатия с потерями является JPEG, получивший широкое применение благодаря распространению цифровых фотоаппаратов, сканеров и других устройств захвата изображений. С учетом количества представленных в формате JPEG изображений очевидны весьма значительные потери, связанные с хранением, передачей и обработкой, возможно, неоптимально (по качеству и степени компрессии) сжатой информации.

С учетом вышесказанного представляется актуальным исследование методов сжатия, основанных на иных представлениях изображений (по сравнению с наиболее распространенными пространственно-спектральными), к которым относятся алгоритмы блочного кодирования с преобразованием, основанные на дискретных ортогональных преобразованиях. Новые перспективные методы, появившиеся на базе векторного квантования, субполосного кодирования, фрактальных преобразований, преобразований на основе всплесков, потенциально могут обеспечить существенно более высокое сжатие информации, однако их внедрение пока во многих случаях упирается в проблему вычислительной сложности их реализации, которая часто объясняется отсутствием быстрых алгоритмов [2].

При решении задачи локального вейвлет-анализа данных предполагается применение дискретного вейвлет-преобразования одномерного сигнала на примере вейвлет-базиса Хаара и быстрого алгоритма дискретного ортогонального вейвлет-разложения С. Малла. Замена конструкции предполагает ее трансформацию от иерархической схемы вычислений, используемой в известных алгоритмах, к схеме, в которой вычисление ко-

эффицентом для вейвлетов каждого уровня производится последовательно для всех его позиций на цифровом сигнале в рекурсивном режиме [3].

Данное изменение вычислительной конструкции вейвлет-преобразования позволяет отойти от «блочного» характера вычислений [4], который обычно приводит либо к избыточной в вычислительном плане схемы последовательного вычисления вейвлет-преобразования, либо к снижению качественных показателей анализа.

Изменение вычислительной конструкции в параллельную или параллельно-рекурсивную форму, которая хорошо приспособлена к задаче локального «скользящего» анализа цифровых сигналов и изображений [5], приводит, в частности, к существенному снижению сложности обработки. Подбор коэффициентов сжатия позволяет получить приемлемые результаты для последующей работы с данными, несмотря на появившиеся артефакты (искажения, вызванные обработкой).

Оценки сжатия изображений

Наиболее адекватным критерием оценки качества изображения является зрение человека. К сожалению, такой метод является в достаточной степени субъективным.

Для количественной характеристики существуют различные методы, среди которых наибольшее распространение получили точные с математической точки зрения критерии оценки качества изображения на основе оценки отношения энергии сигнала и искажений (шума). Наиболее простым и распространенным параметром для оценки качества является пиковое отношение сигнал/шум (peak signal to noise ratio), сокращенно PSNR, которое выражает количественную характеристику отношения энергии шума, вносимого процессом кодирования, к максимально возможной энергии исходного сигнала. PSNR выражается в децибелах (dB). Чем больше значение PSNR, тем меньше искажение сигнала. Нулевому уровню искажений соответствует значение PSNR, равное бесконечности [6].

Другой особенностью современных кодеров, обусловленной спецификой человеческого зрения, является различная обработка информации, связанной с яркостью и цветностью изображений. Человеческий глаз как оптический инструмент более чувствителен к изменениям яркости, чем к изменениям цвета. С учетом данной особенности зрения цветной сигнал, который обычно принято характеризовать тремя значениями цветов (RGB), перед кодированием переводится в представление YUV, где Y – яркостная компонента сигнала, а U и V – две цветоразностных компоненты. Процедура перевода из RGB в YUV является линейной и обратимой для реальных значений цветности, то есть при обратном восстановлении сигнала RGB из YUV потери будут отсутствовать (PSNR равно бесконечности). Для целочисленных значений, строго говоря, при трансформации изображения из RGB в YUV возникают незначительные потери, связанные с округлением действительных чисел (с плавающей точкой) до целых. Тем не менее, данные потери качества практически незаметны для человеческого зрения.

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10} \frac{MaxErr^2 \cdot w \cdot h}{\sum_{i=0, j=0}^{w, h} (x_{i,j} - y_{i,j})^2}, \quad (1)$$

где $MaxErr$ – максимум модуля разности цветовой компоненты, W – ширина изображения, h – высота изображения. Данная метрика, по сути, аналогична среднеквадратичному

отклонению, однако пользоваться ей несколько удобнее за счет логарифмического масштаба шкалы.

Результаты сжатия тестовых изображений

Для тестирования алгоритмов сжатия изображений на протяжении многих лет использовались три файла: «Lena», «Barbara» и «Goldhill». Все изображения имеют размер 512x512 точек.

Визуально довольно сложно дать объективно точную сравнительную оценку полученным сжатым изображениям. В связи с этим применяются количественные характеристики на примере PSNR.

Результаты определения PSNR для изображения «Goldhill»:

Отношение Оригинал /JPEG = 35.673; Оригинал/Wavelet = 34.266 (рис. 1.1, 1.2).



Рис. 1.1. Исходное изображение «Goldhill»



а



б

Рис. 1.2. Сжатые изображения «Goldhill» методом JPEG (а) и методом Wavelet (б)

Результаты определения PSNR для изображения «Barbara»:

Отношение Оригинал /JPEG = 34.04998; Оригинал/Wavelet = 40.27348 (рис. 2.1, 2.2).

В данном случае применение wavelet метода показало более качественное сжатие изображения, в отличие от JPEG метода.



Рис. 2.1. Исходное изображение «Barbara»



а



б

Рис. 2.2. Сжатые изображения «Barbara» методом JPEG (а)
и методом Wavelet (б)

Результаты определения PSNR для изображения «Lena»:

Отношение Оригинал /JPEG = 38.32295; Оригинал/Wavelet = 41.08069 (рис. 3.1, 3.2).

В данном случае применение wavelet метода также показало более качественное сжатие изображения, в отличие от JPEG метода.



Рис. 3.1. Исходное изображение «Lena»



а



б

Рис. 3.2. Сжатые изображения «Lena» методом JPEG (а)
и методом Wavelet (б)

Результаты

Для увеличения эффективности сжатия изображений были применены принципиально новые методы сжатия, допускающие некоторые потери информации, согласованные со зрительной системой человека. Применение таких методов позволило достигать существенных значений коэффициентов сжатия.

Для более объективной оценки качества сжатых изображений с потерями необходимо помимо визуальной оценки применять различные существующие методы оценки. В данном случае было предложено использование самого распространенного на сегодня типа оценки – PSNR. При проведении сравнительного анализа с учетом схожих визуальных результатов сжатия было выявлено преимущество метода Wavelet-преобразования по отношению к JPEG методу.

Оценка качества сжатого изображения PSNR высчитывается при помощи специализированного программного обеспечения «MSU Video Quality Measurement Tool».

Для получения оценки качества в программу внесены оригинал изображения и сжатые изображения при помощи программ с JPEG и Wavelet-преобразованиями.

Литература

1. Программа для оценки качества кодирования (PSNR Checker). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.codec.ru/information/psnr_checker.html.
2. Окунев В.В. Методы многокритериальной оптимизации фрактального сжатия изображений: Автореф. дисс. ... канд. тех. наук. – Санкт-Петербург, 2010.
3. Копенков В.Н., Мясников В.В. Быстрые алгоритмы локального дискретного вейвлет-преобразования с базисом Хаара // Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении ПИТ-2006: В 2 т. Т. 2. – Самара, 2006. – С. 113–118; Myasnikov V.V. Methods for Designing Recursive FIR Filters // Proceedings of International Conference «Computer Vision and Graphics» (ICCVG 2004). – Warsaw, 2004, Springer; Филиппов Т.К. Применение вейвлет-преобразования информации при техническом анализе экономических данных // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2012. – № 5.
4. Mallat S. A wavelet tour of signal processing. – М.: Academic Press, 1999.
5. Копенков В.Н., Мясников В.В. Указ. соч.; Chernov A.V., Myasnikov V.V., Sergeyev V.V. Fast Method for Local Image Processing and Analysis // Pattern Recognition and Image Analysis. – 1999. – Vol. 9. – No. 4. – P. 572–577.
6. Программа для оценки качества кодирования (PSNR Checker). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.codec.ru/information/psnr_checker.html.

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

П.И. Совертков

ВЫСТРАИВАНИЕ ЭВРИСТИК В ОЛИМПИАДНОМ ЗАДАНИИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

1. Роль эвристик в выстраивании маршрута при анализе задачи

Решение любой олимпиадной задачи предполагает проведение расширенного анализа заключения задачи и его связи с условием задачи. Требуется выстроить цепочку от заключения Z задачи к условию U задачи (рис. 1), провести разбиение данной задачи на ряд вспомогательных подзадач и осуществить последующий синтез решений вспомогательных подзадач с целью перехода от условия задачи к тому, что требуется найти или доказать.

Олимпиадные задачи являются нестандартными задачами, поэтому в большинстве случаев вначале осуществляется перебор известных фактов и методов с добавлением между ними связей, выстроенных на интуитивной основе. Интуиция может основываться на замеченной закономерности для некоторого ограниченного числа данных или на методе грубой оценки данного выражения.

Для заключения Z находим предпосылки $P_1, P_2, \dots, P_j, \dots, P_k$, из которых следует заключение Z (рис. 2). Для условия U находим следствия $S_1, S_2, \dots, S_i, \dots, S_n$. Если нашлись следствие S_i и предпосылка P_j , такие, что из S_i следует P_j , или если эти утверждения совпали, т.е. $S_i = P_j$, то от условия U к заключению Z построена цепь с помощью эвристик. Методика генерирования идей для выстраивания различных следствий представлена в пособии «Моделирование в интегративном проекте по математике и информатике» [1].

Сокращение числа переборов различных вариантов можно провести методом деления пополам области альтернатив [2] или методом жадного подхода [3].

Для доказательства утверждения, полученного интуитивным путем, могут потребоваться снова нестандартные методы обоснования. Иногда цепочку рассуждений удаётся сократить.

Таким образом, при решении олимпиадной задачи выстраивание эвристик может происходить на этапе разбиения задачи на ряд взаимосвязанных подзадач, на этапе обоснования утверждений в каждой простой подзадаче и на этапе выбора наиболее простого решения.

Обучение выстраиванию эвристик можно проводить при поиске решения одной задачи различными методами [4]. В этом случае приоритет отдается наиболее простому и рациональному решению. Большинство методических пособий по решению олимпиад-

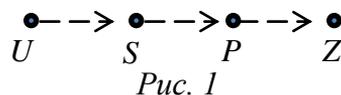


Рис. 1

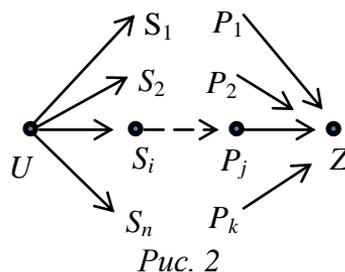


Рис. 2

ных задач приводит только одно решение задачи. Нередко на практике случается следующая ситуация. Преподаватель, решая одну и ту же задачу в разное время, предъявляет при повторном решении не самый рациональный способ решения. Иногда одного взгляда достаточно, чтобы увидеть простой способ решения, а иногда первоначальные рассуждения направляются по более сложному пути.

Поощряя нахождение наиболее рационального способа решения, необходимо сформировать у учащихся установку на рассмотрение различных способов решения. Только перечисление нескольких различных решений позволяет выделить наиболее рациональный из предложенных методов. Развитие критического мышления постановкой цели решения задачи различными методами способствует развитию навыков анализа и синтеза, а также системного подхода к решению проблемы.

Отбор учащихся в школе для участия в городской или районной олимпиаде по математике часто происходит по уровню усвоения школьного курса математики, т.е. с ориентацией на освоение материала в соответствующем классе.

Отбор заданий для городской олимпиады не всегда ориентируется на материал, изучаемый в соответствующем классе. Учащиеся различных классов могут решать некоторые задачи городской олимпиады, т.к. достаточно базовых знаний для решения таких задач. Нужно применить нестандартный подход либо к переосмыслению условия задачи, либо к частичному изменению известного ранее метода, либо к поиску закономерности для нескольких частных случаев и доказательству утверждения о том, что закономерность выполняется для любого значения переменной из области определения.

Выделим два важных направления выстраивания эвристик. Первое направление – выстраивание интуитивных связей для поиска хотя бы одного решения. Второе направление – поиск рационального решения из нескольких решений. Очевидно, что при решении некоторых задач эти направления реализуются совместно.

2. Поиск рационального алгоритма решения задачи

Выбор рационального решения задачи имеет большое значение в любой отрасли знаний, но особое значение он приобретает в информатике, т.к. в информатике иногда некоторое решение невозможно реализовать по данному алгоритму в виду большого количества операций или перебора большого количества данных.

Оценка сложности алгоритма является необходимым элементом на начальной стадии программирования. Для обучения поиску рационального способа решения задачи необходимо рассмотреть задачу, для которой, естественно, выдвигаются несколько различных алгоритмов, имеется возможность оценить сложность каждого алгоритма до самого решения и получить подтверждение оценки сложности алгоритма после решения задачи. До решения задачи осуществляется подсчет операций на языке выполнения операторов. После завершения работы компьютерной программы мы получаем оценку затраченного реального времени, т.е. получаем временную оценку сложности алгоритма.

Число называется *полным квадратом*, если квадратный корень из этого числа является целым числом. Например, число 207936 является полным квадратом, т.к. при извлечении квадратного корня из этого числа получаем целое число 456.

Задача 1. Найти шестизначные числа с возрастающими цифрами слева направо и являющиеся полными квадратами.

Отметим сразу, что формулировка задачи предполагает оперирование числом как одним объектом при извлечении квадратного корня и оперирование его цифрами.

Если человек рассматривает число 369, то он воспринимает его сразу двумя способами – как одно число и с пониманием значения цифр.

Компьютерное оперирование числом еще не означает, что ему дана команда на перечисление цифр в этом числе. Если для компьютера задано число, а значит, выделена одна ячейка для записи этого числа, то нужно выделить ячейки для записи его цифр и, конечно, указать алгоритм получения этих цифр из данного числа.

Если компьютеру сообщена некоторая упорядоченная последовательность цифр или он сам ее образует, располагая в определенные ячейки, то нужно сообщить метод формирования самого числа из цифр с помощью десятичной системы счисления.

В дальнейшем шестизначное число обозначим следующим образом

$$\overline{a_5 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0} = a_5 \cdot 10^5 + a_4 \cdot 10^4 + a_3 \cdot 10^3 + a_2 \cdot 10^2 + a_1 \cdot 10 + a_0.$$

Разработка алгоритма для компьютерной программы может реализовываться в двух направлениях.

Первое направление – перебор цифр шестизначного числа. Сравнение цифр в порядке возрастания в этом случае окажется естественным, но потом придется определять значение числа для каждой выборки цифр, извлекать квадратный корень и определять, является ли полученное число целым числом.

Второе направление – перебор всех шестизначных чисел. Извлечение квадратного корня окажется естественной операцией, но потом придется выделять цифры каждого числа и проводить их сравнение.

Рассмотрим первый вариант выстраивания этапов решения задачи.

1. Для заполнения каждого разряда шестизначного числа организуем цикл. В итоге получим шесть вложенных циклов для перечисления цифр всех шестизначных чисел. Первая цифра шестизначного числа не равна нулю, поэтому цикл по переменной a_5 должен начинаться со значения, равного 1. Начальные и конечные значения остальных переменных можно вначале не подвергать детальному анализу и выбрать от 0 до 9. Внимательный читатель может сразу значительно сузить этот диапазон, но мы вспомним это замечание позже при выборе наиболее рационального алгоритма.

2. Осуществим проверку расположения цифр в порядке возрастания. Переменные в циклах независимы, поэтому проверка на возрастание цифр слева направо необходима. Проверка условия $a_5 < a_4 < a_3 < a_2 < a_1 < a_0$ предполагает проверку пяти условий: $a_5 < a_4, a_4 < a_3, a_3 < a_2, a_2 < a_1, a_1 < a_0$.

3. Найдем численное значение комбинации цифр, т.е. вычислим десятичное представление числа для данных цифр.

4. Извлечем квадратный корень из полученного числа.

5. Осуществим проверку, является ли квадратный корень из числа целым числом.

6. Если квадратный корень является целым числом, то напечатаем шестизначное число и квадратный корень из этого числа.

Каждый из этапов является самостоятельной подзадачей и может быть реализован либо одним оператором, либо составным оператором.

Проверка двух условий – возрастания цифр и целочисленности значения квадратного корня – требует обращения к условному оператору. Можно осуществить одновременную проверку этих условий для каждого шестизначного числа, тогда последовательность этапов нужно изменить. А можно выполнить проверку этих условий отдельно, причем в

различном порядке, тогда для чисел, для которых не выполнено первое условие, отпадает необходимость проверки второго условия.

Для этого варианта можно рассмотреть три варианта реализации алгоритма в компьютерной программе.

Приведем программу, написанную на языке VisualBasic, для случая, когда одновременно осуществляется проверка всех условий на упорядочивание цифр и проверка целочисленного значения квадратного корня для каждой выборки из шести цифр.

```
Private Sub Command1_Click()
    Start = Timer
    For a5 = 1 To 9: For a4 = 0 To 9: For a3 = 0 To 9
    For a2 = 0 To 9: For a1 = 0 To 9: For a0 = 0 To 9
    a = a5 * 10 ^ 5 + a4 * 10 ^ 4 + a3 * 10 ^ 3 + a2 * 10 ^ 2 + a1 * 10 + a0: b = Sqr(a)
    If b = Int(b) And a5 < a4 And a4 < a3 And a3 < a2 And a2 < a1 And a1 < a0 Then Print a, b
    Next a0, a1, a2, a3, a4, a5
    Finish = Timer: t11 = Finish - Start: Print " t11="; t11
EndSub
```

Для компьютера с тактовой частотой 789 МГц программа работала 3,031 сек.

Читатель может видоизменить программу так, чтобы вначале осуществлялась проверка целочисленного значения квадратного корня. Если квадратный корень не является целым числом, то отпадает необходимость проверки пяти условий на возрастание цифр и время выполнения такой программы должно сократиться.

Аналогично можно видоизменить первоначальную программу, переставив порядок проверки этих условий.

Перейдем к поиску рационального алгоритма. Работу этой программы можно значительно улучшить, сократив диапазон изменения переменных. В предложенной программе рассматривается $9 \cdot 10^5 = 900000$ наборов шестизначных чисел. Даже если компьютер может быстро решить поставленную задачу, то попытаемся сократить число переборочных.

При уточнении диапазона изменения каждого разряда возникает идея найти минимальное число, цифры которого возрастают слева направо. Таким числом является 123456.

Затем найдем максимальное число, цифры которого возрастают слева направо, т.е. число 456789.

Если не учитывать в рассматриваемых шестизначных наборах цифр упорядочивание цифр слева направо, то в диапазоне от 123456 до 456789 получаем, что цифра в каждом диапазоне может принимать четыре значения: a_5 от 1 до 4, a_4 от 2 до 5, a_3 от 3 до 6, a_2 от 4 до 7, a_1 от 5 до 8, a_0 от 6 до 9. Количество шестизначных чисел в этом случае равно $4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 = 4^6 = 4096$.

```
PrivateSubCommand1_Click()
    Start = Timer
    For a5 = 1 To 4: For a4 = 2 To 5: For a3 = 3 To 6
    For a2 = 4 To 7: For a1 = 5 To 8: For a0 = 6 To 9
    a = a5 * 10 ^ 5 + a4 * 10 ^ 4 + a3 * 10 ^ 3 + a2 * 10 ^ 2 + a1 * 10 + a0: b = Sqr(a)
    If b = Int(b) And a5 < a4 And a4 < a3 And a3 < a2 And a2 < a1 And a1 < a0_Then Print a, b
    Next a0, a1, a2, a3, a4, a5
    Finish = Timer: t2 = Finish - Start: Print " t2="; t2
EndSub
```

Время выполнения программы для этого алгоритма равно 0,016 сек.

При рассмотрении все чисел от 123456 до 456789 постепенно возникает понимание того, что мы усложняем решение задачи, вводя 6 циклов. Изменение чисел от 123456 до 456789 проще задать одним циклом с шагом 1. В этом случае всего $456789 - 123456 + 1 = 333334$ чисел. И мы возвращаемся к мысли о том, что в этом случае первично задание самого числа, а потом будем определять цифры этого числа и проводить сравнение цифр.

Определить значения цифр числа в компьютерной программе можно различными способами [5].

В следующей программе реализуется алгоритм, основанный на переборе всех шестизначных чисел из указанного диапазона.

```
Private Sub Command1_Click()
Start = Timer
For a = 123456 To 456789
a5 = a \ 100000: a4 = (a \ 10000) Mod 10: a3 = (a \ 1000) Mod 10
a2 = (a \ 100) Mod 10: a1 = (a \ 10) Mod 10: a0 = a Mod 10: b = Sqr(a)
If b = Int(b) And a5 < a4 And a4 < a3 And a3 < a2 And a2 < a1 And a1 < a0 Then Print a, b
Next a
Finish = Timer: t3 = Finish - Start: Print" t3="; t3
EndSub
```

Время работы этой программы равно 0,703 сек. Время увеличилось, и этому есть простое объяснение. Для каждого числа применяется шесть операторов, чтобы определить его цифры в разрядах. Конечно, программу можно изменить так, чтобы время работы уменьшилось. Цифры разрядов можно определять не для всех чисел из указанного оператора, а только для чисел, являющихся точным квадратом. Учащимся предлагается написать соответствующую программу.

Можно ли еще сократить время работы программы?

Шестизначных чисел, являющихся точным квадратом и имеющих цифры, расположенные в порядке возрастания, не так уж и много. Не нужно рассматривать все шестизначные числа, будем искать числа, квадраты которых являются шестизначными числами и их цифры расположены в возрастающем порядке. Таких чисел значительно меньше, чем шестизначных чисел. Как перечислить числа, квадрат которых является шестизначным числом? Определить наименьшее целое число, квадрат которого равен или превосходит число 123456.

Находим минимальное число, равное $\lceil \sqrt{123456} \rceil = 352$, где полуквадратные скобки снизу означают округление числа с избытком.

Находим максимальное число, равное $\lfloor \sqrt{456789} \rfloor = 675$, где полуквадратные скобки сверху означают округление числа с недостатком.

Определение минимального и максимального значений диапазона можно выполнить в компьютерной программе с помощью простых операторов.

Организуя цикл от 352 до 675 с шагом 1 по переменной b, получим 324 случая для перебора.

```
Private Sub Command1_Click()
Start = Timer
For b = 352 To 675: a = b ^ 2: a5 = a \ 100000: a4 = (a \ 10000) Mod 10
a3 = (a \ 1000) Mod 10: a2 = (a \ 100) Mod 10
```

```

a1 = (a \ 10) Mod 10; a0 = a Mod 10
If a5 < a4 And a4 < a3 And a3 < a2 And a2 < a1 And a1 < a0 Then Print a, b
Next b
Finish = Timer: t4 = Finish - Start: Print " t4="; t4
EndSub

```

Время работы этой программы столь мало, что компьютер показал его равным нулю.

Сопоставляя полученные объемы выборок 900000, 333334, 324, мы видим, что рациональный выбор алгоритма позволяет значительно сократить прогон цикла, причем отпала необходимость в проверке квадратного корня на условие целочисленного значения.

3. Выстраивание эвристик на основе анализа задачи от заключения к условию

Рассмотрим формирование эвристик на примере решения задач олимпиады Сургутского государственного университета по математике, проведенной в 2013 г.

Для некоторых задач вначале приведем структуру связей от заключения к условию задачи, реализующую схему рисунка 2.

Задача 2. Доказать, что число $11^{100} - 1$ делится на 100.

Заключение Z задачи: $11^{100} - 1$ делится на 100.

Предпосылки:

P_1 – число 11^{100} имеет следующий вид: $11^{100} = \dots 01$.

P_2 – показать, что число $11^{100} - 1$ делится на 100 или на 10 и потом еще раз на 10.

Условие U: дано число $11^{100} - 1$.

Следствия:

S_1 – определить закономерность для двух последних цифр степеней $11^1, 11^2, 11^3, \dots, 11^{100}$.

S_2 – разложить число $11^{100} - 1$ на множители.

Рассмотрим попытки реализации следствий и соединения их с предпосылками.

Первый способ решения задачи.

$$11^{100} - 1 = (1+10) \cdot (1+10) \cdot (1+10) \cdot \dots \cdot (1+10) - 1$$

Перемножая единицы из всех скобок, получим 1.

Далее в одной скобке возьмем число 10, а в остальных скобках по единице. Перемножая эти числа, получим 10. Но таких сочетаний можно составить столько, сколько скобок, а значит, при сложении получим 1000.

Затем выберем два раза по 10 из двух скобок и умножим на единицы из остальных скобок. Таких сочетаний можно составить целое число, а значит, полученная сумма будет кратна 100. Остальные произведения, а тем более и их суммы, содержат более высокие степени числа 10. В итоге полученное число будет делиться на 100.

Второй способ решения.

Используя формулу $a^n - b^n = (a-b)(a^{n-1} + a^{n-2}b + a^{n-3}b^2 + \dots + ab^{n-2} + b^{n-1})$, получим

$$11^{100} - 1 = (11-1)(11^{99} + 11^{98} + \dots + 11+1) = 10(11^{99} + 11^{98} + \dots + 11+1).$$

Докажем, что $11^{99} + 11^{98} + \dots + 11+1$ делится на 10.

Числа 11, 11^2 , 11^3 оканчиваются на единицы.

Произведение любых двух натуральных чисел, оканчивающихся на единицу, является числом, оканчивающимся на единицу.

Действительно, $(10a + 1)(10b + 1) = 100ab + 10a + 10b + 1$. Следовательно, любая степень $11^n = (10 + 1)^n$ при натуральном n оканчивается на единицу.

В сумме $11^{99} + 11^{98} + \dots + 11 + 1$ сто чисел, оканчивающихся на 1, поэтому сумма этих единиц равна 100 и вся сумма кратна 10.

Третий способ.

Используя формулу бинома Ньютона

$$(a + b)^n = a^n + C_n^1 a^{n-1} b + C_n^2 a^{n-2} b^2 + \dots + C_n^k a^{n-k} b^k + \dots + C_n^{n-1} a b^{n-1} + b^n, \quad n \in N,$$

получим

$$(10 + 1)^{100} = 10^{100} + C_{100}^1 \cdot 10^{99} \cdot 1 + C_{100}^2 \cdot 10^{98} \cdot 1^2 + \dots + C_{100}^k \cdot 10^{100-k} \cdot 1^k + \dots + C_{100}^{98} \cdot 10^2 \cdot 1^{98} + C_{100}^{99} \cdot 10 \cdot 1^{99} + 1^{100}.$$

Все коэффициенты C_n^k – целые числа, причем $C_{100}^{99} = 100$, поэтому $11^{100} = \dots 01$.

Число $11^{100} - 1$ имеет две последние цифры 00, поэтому оно делится на 100.

Четвертый способ.

Для доказательства утверждения достаточно показать, что число $11^{100} = \dots 01$.

$11^1 = 11$, $11^2 = 121$, $11^3 = 1331$, $11^4 = 14641$, $11^5 = 161051$. Можно записать $11^5 = a \cdot 50 + 1$, где a – натуральное число.

$$11^{10} = (11^5)^2 = (a \cdot 50 + 1)^2 = 2500a^2 + 100a + 1 = 100b + 1, \quad \text{где } b \text{ – натуральное число.}$$

Число 11^{10} имеет вид $11^{10} = \dots 01$ (кстати, это утверждение некоторые участники олимпиады проверили непосредственным умножением).

$$11^{100} = (11^{10})^{10} = (100b + 1)^{10} = (100b + 1) \cdot (100b + 1) \cdot \dots \cdot (100b + 1)$$

10 скобок

$$(100b + 1) \cdot (100c + 1) = 10000bc + 100b + 100c + 1 = (100bc + b + c)100 + 1 = 100d + 1.$$

Следовательно, $11^{100} = \dots 01$. Число $11^{100} - 1$ делится на 100.

Замечание. Не всегда зависимость, установленная для некоторых натуральных чисел, выполняется для всех натуральных чисел. Например, формула $f(n) = n^2 - n + 41$ при $n = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, 40$ определяет простые числа, но при $n = 41$ получаем составное число. Поэтому замеченную закономерность нужно обосновывать для всего заявленного диапазона.

Выбор наиболее рационального способа решения данной задачи зависит от уровня подготовленности слушателя.

Если учащийся изучает математику по углубленной программе, то для него наиболее рациональным является четвертый способ с использованием формулы бинома Ньютона. Следует заметить, что само условие задачи не содержит название формулы, а поэтому в этом способе нужно догадаться о возможности применения этой формулы. В применяемой формуле важно не вычисление коэффициентов через число сочетаний, а оценка делителей этих коэффициентов.

Значительная часть учащихся, являющихся претендентами на получение золотой медали после окончания школы, а также желающих получить высокий балл по математике на ЕГЭ и продолжить обучение по естественно-математическому направлению, должна знать формулу

$$a^n - b^n = (a - b)(a^{n-1} + a^{n-2}b + a^{n-3}b^2 + \dots + ab^{n-2} + b^n).$$

Эта формула, так же, как и теорема о рациональных корнях многочлена с целыми коэффициентами, не изучается в школьном курсе математики, но ее знание позволяет быстрее решать некоторые задачи части С единого государственного экзамена по теме делимости чисел.

Это равенство просто обосновывается вычислением суммы членов геометрической прогрессии $a^{n-1} + a^{n-2}b + a^{n-3}b^2 + \dots + ab^{n-2} + b^n$.

Этим же способом доказывается более общее равенство для любых натуральных чисел n и k :

$$a^{kn} - b^{kn} = (a^n - b^n) (a^{(k-1)n} + a^{(k-2)n}b^n + a^{(k-3)n}b^{2n} + \dots + a^n b^{(k-2)n} + b^{(k-1)n}).$$

Число способов решений можно увеличить, если рассмотреть разложения

$$11^{100} - 1 = (11^2 - 1) (11^{98} + 11^{96} + \dots + 11^2 + 1) = 100 (11^{98} + 11^{96} + \dots + 11^2 + 1).$$

Незначительное расширение объема знаний приводит к самому рациональному способу решения.

Для учащихся, не знакомых с выше приведенными формулами, наиболее естественно выстраивание эвристик в соответствии с первым и четвертым способом.

Задача 3. Валенки на правой ноге изнашиваются через 1000 км, а на левой ноге через 1100 км. Какой максимальный путь можно пройти в валенках, если их менять местами?

Анализ задачи.

Попытаемся определить путь, который можно пройти в двух валенках.

Если пройти 1000 км, то валенок на левой ноге не износится. Если пройти 1100 км, то валенок на левой ноге износится полностью. На правой ноге валенок износится через 1000 км, и нужно добавлять еще один валенок, который износится частично. Попытаемся увеличить путь, одевая новые валенки, чтобы износилось целое число пар валенок.

Рассмотрим путь, кратный 1000 и 1100. Например, 22000 км.

Чтобы пройти путь 22000 км, потребуется на правую ногу 22 валенка и на левую ногу 20 валенок. Итого 42 валенка, или 21 пара валенок. Разделив весь путь на число пар валенок, определим максимальный путь, который можно пройти в валенках, чтобы они полностью износились.

$$\frac{22000}{21} \approx 1047,6.$$

Анализ задачи от заключения к условию сразу привел к решению задачи.

Условие задачи содержит всего два числа, поэтому попытка нахождения предпосылок для заключения упростила указанную ранее схему на рис. 2.

Второй способ. Обозначим изнашиваемость каждого валенка через 1. Валенки на правой ноге за 1 км изнашиваются на $\frac{1}{1000}$ часть. Валенки на левой ноге изнашиваются на

$$\frac{1}{1100} \text{ часть. Два валенка за 1 км изнашиваются на величину } \frac{1}{1000} + \frac{1}{1100} = \frac{11+10}{11000} = \frac{21}{11000}.$$

Разделив 2 валенка на общую часть изношенности валенок на одном км, получим километраж

$$2 : \frac{21}{11000} = \frac{22000}{21} \approx 1047,6.$$

Второй способ показывает, что сформулированную задачу можно решать как типовую текстовую задачу. Из-за необычности формулировки задачи только 10% участников олимпиады смогли ее решить.

Для следующих задач приведем только решения, предоставляя читателям самостоятельно выстроить эвристики в соответствии со схемой рис. 2.

Задача 4. Найдутся ли натуральные числа x, y, z такие, что $28x + 30y + 31z = 365$.

Первый способ. Числа 28, 30 и 31 – это количество дней в некоторых месяцах года, число 365 – число дней в году.

Задачу можно переформулировать следующим образом. Можно ли указать несколько месяцев из 28 дней, несколько месяцев из 30 дней и несколько месяцев из 31 дня, чтобы получить 365 дней в году.

Конечно, можно. Надо перечислить все месяца года и получим $x = 1, y = 4, z = 7$.

Второй способ решения. Числа 28, 30 и 31 отличаются незначительно, поэтому представим

$$28x + 30y + 31z = 28x + (28 + 2)y + (28 + 3)z = 365,$$

$$28(x + y + z) + 2y + 3z = 365.$$

Разделим 365 на 28 и найдем остаток.

$$\frac{365}{28} = 13\frac{1}{28} \text{ или } 365 = 28 \cdot 13 + 1. \text{ Если } x + y + z = 13, \text{ то } 2y + 3z = 1. \text{ Уравнение}$$

$2y + 3z = 1$ не имеет решений в натуральных числах.

Увеличим остаток за счет уменьшения частного.

$$\frac{365}{28} = 12\frac{29}{28} \text{ или } 365 = 28 \cdot 12 + 29. \text{ Если } x + y + z = 12, \text{ то } 2y + 3z = 29.$$

Уравнение $2y + 3z = 29$ имеет решение в натуральных числах $y = 4, z = 7$ и $y = 1, z = 9$.

Используя равенство $x + y + z = 12$, получаем два решения $x = 1, y = 4, z = 7$ или $x = 2, y = 1, z = 9$.

Третий способ. Число $28x + 30y$ – четное, 365 – нечетное число, поэтому $31z$ – нечетное число.

Составим таблицу

z	1	3	5	7	9	11
$31z$	31	93	155	217	179	341
$365 - 31z$	339	272	210	148	86	24

Число $30y$ имеет последнюю цифру 0.

Выписывая числа, кратные 8, получаем: 8, 16, 24, 32, 40, 48, ... Далее последние цифры повторяются. Число $28x$ может кончаться на одну из следующих цифр: 8, 6, 4, 2, 0.

На основе последней цифры исключаем из таблицы числа 339, 24.

Для уравнений $28x + 30y = 148$, $28x + 30y = 86$ находим решения в натуральных числах. Например, $x = 1, y = 4, z = 7$ или $x = 2, y = 1, z = 9$.

Задача 5. Показать, что при любом натуральном n дробь $\frac{2n+1}{2n(n+1)}$ несократима.

Число $2n+1$ – нечетное, поэтому числа $2n+1$ и 2 – несократимы.

Числа $2n+1$ и $2n$ являются соседними натуральными числами, поэтому также несократимы.

Если предположить, что дробь $\frac{2n+1}{n}$ сократима, то и дробь $\frac{2n+1}{2n}$ также будет сократима, что противоречит доказанному выше утверждению.

Числа $2n+1$ и $2(n+1)$, т.е. $2n+1$ и $2n+2$ являются соседними натуральными числами, поэтому несократимы.

Если предположить, что дробь $\frac{2n+1}{n+1}$ сократима, то и дробь $\frac{2n+1}{2(n+1)}$ также будет сократима, что противоречит доказанному выше утверждению.

Таким образом, данная дробь несократима и задача решена.

Анализ черновиков работ участников олимпиады показывает, что учащиеся в основном разбирали условие задачи и пытались проложить маршрут от условия задачи к заключению. Одновременный анализ заключения задачи и условия задачи, причем с приоритетом анализа заключения задачи, является сложным мыслительным актом. Сложность этого акта состоит в том, что, удерживая в памяти переход от условия U к следствию S_i (рис. 2) и переход от посылки P_j к заключению задачи Z , нужно установить зависимость между S_i и P_j .

Литература

1. Совертков П.И. Моделирование в интегративном проекте по математике и информатике. Элективный курс: Методическое пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 262 с. – С. 104.
2. Совертков П.И. Некоторые направления развития поисковой деятельности учащихся по математике и информатике: Учебное пособие. – Сургут: РИО СурГПУ, 2007. – С. 137.
3. Там же. С. 143.
4. Совертков П.И. Сургутские олимпиады по математике. – Сургут: Изд-во Центра развития образования, 2008. – С. 103.
5. Совертков П.И. Моделирование... С. 117–123.

*В.Д. Повзун, А.А. Повзун,
Н.П. Плеханова, В.В. Апокин, Б.В. Аустер*

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СТУДЕНТОВ СПОРТИВНОГО ФАКУЛЬТЕТА В УНИВЕРСИТЕТЕ

Несмотря на то, что сегодня творчеству как одному из важнейших компонентов человеческой деятельности отводится первостепенная роль в различных социально значимых сферах общественной жизни, сфера спорта, включая спортивно-педагогический процесс в качестве его сущностного звена, освещается с позиций творчества лишь в единичных работах, а спортивным педагогам до сего времени предлагают «лишь самые общие ориентиры в их восхождении к творчеству» [1]. Творчество спортсменов, а также творческая специфика видов спорта отражаются в публикациях, главным образом, по так называемым технико-эстетическим видам спорта, в своих высших проявлениях близким к искусству [2]. В результате распространяется представление, различающее «творческие» и «нетворческие» виды спорта, и вместе с тем выдвигается нерешенная проблема сущности творчества в спорте и его специфики в различных видах спортивной деятельности.

С другой стороны, современный подход к спорту выражается в признании, прежде всего, его «эвристически-достиженческой ценности» и понимании спорта как особого типа творческой поисковой деятельности [3]. Творчество как духовно-практическая деятельность выливается в конечном итоге в высокие спортивные результаты и достижения, а также стимулирует дальнейшее развитие физических и духовных качеств участников физкультурно-спортивной деятельности [4]. Соглашаясь с таким подходом, мы полагаем, что для постижения источников творчества и его психологических механизмов необходимо рассматривать его как некий целостный процесс, что невозможно сделать, не опираясь на понимание личности человека как единого и системного образования, так как творчество – это феномен целостной личности. Базовым же напряжением человека в этом случае, источником его жизни и развития является стремление к собственной значимости, которое проявляется в особенностях регуляции человеком своей жизнедеятельности и конкретной творческой деятельности [5]. Поэтому содержание нашего подхода к пониманию творчества будет заключаться в понятии «значимость», и, соответственно, творческий потенциал мы будем рассматривать, как «стремление к собственной значимости», «культивирование значимости собственной личности», что подчеркивает главную идею, а именно стремление человека к самоценности [6]. Для спортсмена, стремящегося подняться на высшую ступень пьедестала, такая реализация собственной значимости, а значит, и творческого потенциала наиболее близкая и естественная.

Рассматривая возможности образовательной среды университета в развитии именно такого варианта творческого потенциала (ТП) студентов спортивного факультета, мы уже отмечали [7], что для успеха этой работы следует учитывать их исходное состояние, и обращали внимание на то, что состояние это достаточно специфичное и характеризует-

ся скорее высоким уровнем притязаний на творческие возможности, нежели их наличием, а временная картина показывает, что суммарный профиль творческого потенциала студентов на протяжении пяти лет обучения принципиально не изменяется, а в развитии творческого потенциала и становлении творческих качеств молодых людей университет как учебное заведение и университетское образование как таковое играют как минимум не главную роль. И если университет считает необходимым оказывать влияние на развитие творческого потенциала своих спортсменов, то его первостепенная задача – поиск адекватных путей для оказания такого влияния.

Направление поиска в рамках университета должно опираться, прежде всего, на интеллектуальную составляющую ТП, поскольку для творческого человека характерно более сильное, чем для большинства людей, стремление к значимости собственной личности, и оно соответствующим образом выражается в повышенной творческой, в том числе познавательной и интеллектуальной, активности. На это обращает внимание Д.Б. Богоявленская [8], которая под интеллектуальной активностью понимает именно интеллектуальную инициативу. Поскольку для спортсменов, ориентированных, прежде всего, на достижение спортивного результата, существуют в том числе и иные места реализации творческих способностей как «стремления к собственной значимости», мы попытались определить интеллектуальную составляющую, сравнив состояние творческого потенциала студентов спортивного и неспортивного факультетов, где процесс обучения, в принципе, основан на достижении интеллектуального результата, а значит, должен быть ориентирован именно на интеллектуальную составляющую.

При оценке творческого потенциала мы воспользовались одним из наиболее доступных и адекватных методов для анализа становления личности – методом самооценки, а в качестве критерия представления студентов об уровне их творческих возможностей использовали тест оценки творческого потенциала личности А.С. Шарова [9]. В ходе тестирования студентам предлагалось ответить на восемнадцать вопросов, оценив степень проявления представленных качеств по отношению к себе по 10-ти бальной шкале. Исследование проводилось на факультете физической культуры и лечебном факультете Сургутского государственного университета в течение 2011–12 учебного года на всех курсах обучения. На этом этапе в исследовании приняли участие 257 человек студентов-спортсменов и 559 студентов-медиков, 18–23 лет, обоего пола.

Полученный нами результат самооценки творческих возможностей представлен в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Распределение уровней самооценки творческого потенциала личности в группах студентов факультета физической культуры 1–5 курсов (в %)

Уровень самооценки	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
неадекватно низкий	–	–	–	–	–
низкий	–	–	–	–	–
ниже среднего	–	–	–	–	–
средний	15	26	15	6	6
выше среднего	31	37	30	32	44
высокий	33	33	25	56	38
очень высокий	21	4	30	6	12
неадекватно высокий	–	–	–	–	–

Таблица 2

Распределение уровней самооценки творческого потенциала личности в группах студентов лечебного факультета 1–5 курсов (в %)

Уровень самооценки	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс	6 курс
неадекватно низкий	–	–	–	–	–	–
низкий	–	–	–	–	–	–
ниже среднего	–	5	6	5	2	2
средний	26	28	41	26	24	23
выше среднего	24	27	23	31	23	26
высокий	12	18	12	24	30	28
очень высокий	8	20	18	12	19	21
неадекватно высокий	30	2	–	2	2	–

Несмотря на то, что таблицы, как правило, не очень наглядны, можно заметить исходные различия самооценки студентов, приходящих на первый курс, и постепенное стирание этих различий вплоть до выпускных курсов. Мало того, эти различия носят скорее количественный, нежели качественный характер, и сходство между факультетами становится еще более очевидным при сравнении графических профилей творческого потенциала, представленных на рисунке 1. Особо отметим, что несущественны как различия между факультетами, так и различия между курсами, т.е. на протяжении всех лет обучения принципиального изменения картины творческого потенциала студентов и не спортивного факультетов практически не происходит.

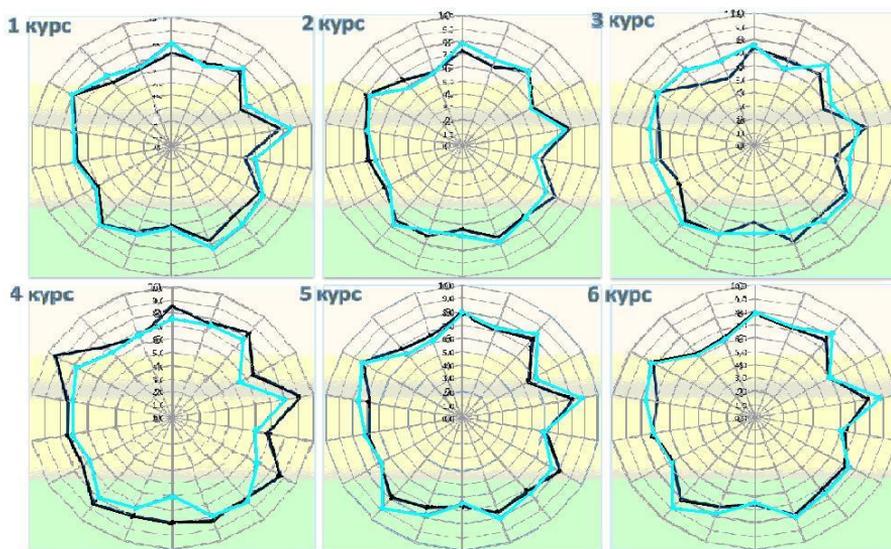


Рис. 1. Сравнение профилей творческого потенциала студентов факультета физической культуры и лечебного факультета СурГУ. Светлым показан профиль студентов факультета физической культуры, темным – лечебного факультета

Такая схожая картина говорит, прежде всего, о том, что качественных различий в условиях, обеспечивающих развитие творческого потенциала, на факультетах нет, и его интеллектуальная составляющая на факультете физической культуры, как минимум, мало чем отличается от лечебного факультета, с той лишь разницей, что медикам изначально приходится сталкиваться с большим количеством студентов, имеющих запредельно высокий уровень собственной самооценки.

Хорошо это или плохо, мы судить не беремся, однако хотели бы обратить еще раз внимание не только на неизменность во времени, но и на одинаковую сглаженную графическую картину профиля, что заставляет предположить, что наблюдаемый высокий уровень самооценки отражает не столько высокий творческий потенциал, сколько какие-то иные процессы, возникающие в тех случаях, когда у человека есть притязания на собственную значимость, но нет ни психологической, ни какой либо иной основы для их реализации [10].

Понятно, что в этом случае организация работы университета по формированию творческого потенциала должна носить совершенно иной характер. И выбор его должен, прежде всего, учитывать то, что самооценка может быть оптимальной и неоптимальной. К оптимальной относятся самооценки «высокий уровень» и «выше среднего уровня», а также «средний уровень». Полученный нами результат показывает, что таких людей абсолютное большинство и нигде их количество не уменьшается ниже семидесяти процентов. И это должно радовать, поскольку такое положение дел позволяет говорить не столько о развитии, сколько об использовании творческого потенциала студентов. Однако любой, кто пытался организовать деятельность студентов, выходящую за рамки стандартных требований или не подкрепленную гарантированным успехом, наткнулся не столько на желание в ней участвовать, сколько на желание ее избежать, что вряд ли возможно при высоком творческом потенциале. И отражением именно этого состояния, на наш взгляд, является уже упоминавшаяся нами «сглаженная» структура профиля, что позволяет говорить не столько о неадекватно высоком, сколько о необоснованно высоком уровне самооценки, то есть в наличии имеется только высокий уровень притязаний [11].

И здесь перед вузом возникает уже не возможность, а необходимость организации целенаправленной работы, и не столько по развитию, сколько по перестройке творческого потенциала, адаптации его к вызовам современного общества и, как следствие, снятию напряжения между ним и личностью. Изменение количества неадекватно самоуверенных студентов, особенно на медицинском факультете, свидетельствует о том, что изменения в самооценке собственного творческого потенциала все-таки идут. А вот неизменность структуры профиля говорит, с одной стороны, о том, что изменения эти не являются качественными и отражают вероятнее всего, попытки сохранить исходно сложившийся status quo, а с другой, о том, что влияние вуза, если и имеет место, то носит не только не целенаправленный, но даже и не организованный характер. В такой ситуации представление студентов о собственных возможностях, в том числе и творческих, формируется не за счет накопления количества успехов, а за счет избегания количества неудач, а значит, ситуация не просто не изменяется, она практически и не может измениться. Более того, в образовательной системе, исходно ориентированной на интеллектуальную составляющую творческого потенциала, ситуация эта выглядит менее привлекательной, что только подтверждает наши выводы.

Для полного понимания состояния проблемы и организации работы по изменению ситуации необходимо выявить приоритетные качества личности, через которые реализу-

ется ее творческий потенциал, ибо только человек, имеющий возможность максимально реализовать его в различных пространствах деятельности, способен не только к адекватной самооценке, но и к эффективной самореализации в будущем. Поскольку творческий потенциал, по методике А.С. Шарова, характеризуется восемнадцатью психологическими характеристиками, мы предположили, что если не происходит изменения структуры творческого профиля студента, то, вероятнее всего, происходит перестройка иерархии этих психологических характеристик как попытка адаптации к условиям и требованиям вуза. Оценка этих перестроек была сделана только для студентов факультета физической культуры по тому же тесту А.С. Шарова. Поскольку за каждым вопросом стоит конкретная психологическая характеристика личности, отражающая определенное качество развития творческого потенциала, то в результате тестирования методом самооценки определялась выраженность этого качества у студента. Чем выше ставился балл самооценки качества, тем выше его выраженность, при этом один и тот же балл мог быть выставлен неоднократно. Для каждого психологического качества рассчитывался средний балл, в результате для каждого курса была выстроена таблица приоритетности качеств личности по среднему баллу, выставленному каждым участником группы. Полученный результат представлен в таблице 3.

Таблица 3

Распределение характеристик творческого потенциала студентов факультета физической культуры по убыванию среднего значения

1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
требовательный	целеустремленный	решительный	авторитарный	коммуникабельный
оптимист	оптимист	интеллигентный	требовательный	требовательный
интеллигентный	коммуникабельный	целеустремленный	коммуникабельный	решительный
целеустремленный	интеллигентный	энергичный	оптимист	интеллигентный
коммуникабельный	требовательный	коммуникабельный	решительный	оптимист
решительный	решительный	авторитарный	интеллигентный	целеустремленный
авторитарный	авторитарный	конкурентосп-ный	целеустремленный	принципиальный
энергичный	эврист	требовательный	эврист	конкурентосп-ный
принципиальный	энергичный	революционер	принципиальный	энергичный
революционер	конкурентосп-ный	принципиальный	новатор	авторитарный
конкурентосп-ный	принципиальный	новатор	конкурентосп-ный	эврист
новатор	практик	оптимист	энергичный	новатор
эврист	новатор	лидер	лидер	лидер
реформатор	лидер	реформатор	реформатор	практик
практик	революционер	независимый	революционер	революционер
лидер	реформатор	практик	независимый	реформатор
гибкий	гибкий	гибкий	практик	гибкий
независимый	независимый	эврист	гибкий	независимый

Следует учитывать, что поскольку при самооценке допускалось использование одного и того же балла сколько угодно раз, то среднее значение, полученное таким образом, может отражать не столько личное, сколько общепринятое отношение к значимости данного качества. Предпочтительными в этом случае могут оказаться качества, которые,

по мнению отвечающего, являются «правильными» с точки зрения социальной среды, в которой он находится и которые он демонстрирует или делает вид, что демонстрирует, потому что «так надо», а не он «так считает». Чтобы проверить, насколько этот рейтинг совпадает с личным отношением студента к значимости этого качества, мы провели пошаговое ранжирование качеств личности по их значимости, то есть по частоте выставления их на определенное место, подсчитывая количество людей, дававших каждому качеству максимальную оценку. Скорость, с которой уменьшается это количество, и отражает степень его значимости для респондента и позволяет выявить первично и вторично значимые качества как характеристики творческого потенциала. Это будут качества, которые он считает истинно правильными, те, которые, по его убеждению, и следовало бы демонстрировать, для достижения успеха. Их совпадение или несовпадение со средними значениями отражает наличие и степень внутреннего конфликта человека, противоречие между личным представлением о себе и вынужденным демонстрированием качеств, позволяющих во втором случае относительно легко избегать ряда ситуаций, возникающих в образовательном пространстве университета и имитировать успешность в разных видах деятельности.

Мы приводим данные рейтинга качеств по пяти максимальным оценкам, т.е. по 50% шкалы. Эта граница, по нашему мнению, и достаточна, и наиболее объективна, поскольку уровень самооценки развитости творческих качеств личности в наших группах оказался высоким и сдвинутым вправо от среднего значения. Результат такого ранжирования представлен в таблице 4.

Таблица 4

Распределение характеристик творческого потенциала студентов факультета физической культуры по убыванию частоты максимального балла

1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
требовательный	целеустремленный	целеустремленный	авторитарный	требовательный
оптимист	оптимист	решительный	реформатор	коммуникабельный
интеллигентный	коммуникабельный	конкурентосп-ный	эврист	целеустремленный
целеустремленный	требовательный	авторитарный	решительный	эврист
решительный	решительный	интеллигентный	оптимист	решительный
коммуникабельный	авторитарный	энергичный	коммуникабельный	оптимист
авторитарный	эврист	принципиальный	новатор	принципиальный
эврист	практик	коммуникабельный	конкурентосп-ный	конкурентосп-ный
энергичный	принципиальный	новатор	интеллигентный	интеллигентный
принципиальный	энергичный	революционер	целеустремленный	авторитарный
конкурентосп-ный	конкурентосп-ный	реформатор	принципиальный	новатор
революционер	интеллигентный	требовательный	требовательный	лидер
гибкий	новатор	независимый	энергичный	энергичный
новатор	лидер	лидер	революционер	независимый
реформатор	революционер	эврист	практик	революционер
практик	реформатор	практик	лидер	реформатор
лидер	гибкий	оптимист	независимый	гибкий
независимый	независимый	гибкий	гибкий	практик

Прежде всего, отметим, что принципиальных различий между первой и второй таблицами практически нет, а значит, и противоречия между демонстрируемыми и предпочитаемыми качествами тоже нет. Студент искренне верит в то, что выбирает и считает, что именно эти качества и дадут результат: позволят ему творчески самореализоваться. Такое постоянство и единство в выборе как приоритетных, так и непопулярных качеств особенно характерно для первых двух курсов, но в большей или меньшей степени сохраняется на протяжении всего времени обучения. Никаких радикальных попыток изменения психологических характеристик, определяющих творческий успех, практически нет, студенты свободны в выборе и просто перебирают предпочитаемые качества, т.е. в лидерах и аутсайдерах в основном качества одни и те же. Как минимум, это означает, что противоречия между студентом и университетской средой нет и ситуация с развитием творческого потенциала личности студента в образовательном пространстве университета всех устраивает, и это было бы замечательно, если бы не неизменно сглаженная форма профиля творческого потенциала [12], дающая основание полагать, что студент демонстрирует то, чего нет. Из этого, с одной стороны, следует, что в развитии творческого потенциала и становлении творческих качеств молодых людей университет как учебное заведение и университетское образование как таковое играют, как минимум, не главную роль, с другой, – если университет считает необходимым оказывать влияние на развитие творческого потенциала своих студентов, то его первостепенная задача – поиск адекватных путей для оказания такого влияния. Найти подход к изменению этой ситуации мы попытались, проанализировав рейтинги более детально.

Прежде всего, отметим, что студент приходит в университет уже с определенным уровнем творческой самооценки и набором личностных качеств, а значит, при организации работы и по развитию, и по переоценке студентом уровня развития своего творческого потенциала университету необходимо этот уровень учитывать. Поскольку градации по среднему значению и по приоритетно высокой оценке совпадают, мы можем с уверенностью утверждать, что студент демонстрирует именно те качества, которые и отражают, по его мнению, высокий уровень развитости творческого потенциала, и обеспечивают демонстрацию его. Более того, первые пять качеств набирают в среднем более 8 баллов, т.е. студенты уверены в их правильности и уверенно их ранжируют. Изменить такую ситуацию может только серьезная неудача, пережитая студентом, при реализации творческих притязаний.

Судя по тому, что восемь баллов на втором курсе не набирает уже ни одно качество, такой неуспех имеет место, однако, вряд ли он переживается студентом как очень серьезный. Даже если у студента и снижается уверенность в том, что эти качества могут повысить собственную значимость, готовности что-то менять принципиально у него нет, список предпочтительных качеств личности практически не изменяется. Это говорит либо о крайней уверенности студента в собственной правоте, либо о том, что создаваемое университетом образовательное пространство не достаточно активно влияет на эти представления и не побуждает студента к адекватной самооценке и переоценке своего творческого потенциала.

Тем не менее, время перемен приходит. На третьем курсе из списка значимых качеств исчезает, а в ранжировании опускается на предпоследнее место такое качество, как «оптимист». И это дает основание полагать, что будущее для студента перестает быть однозначно перспективным, и он приходит к желанию что-то изменить в собственной жизни, и именно поэтому в число значимых качеств личности начинают входить такие

характеристики, как «решительный» и «энергичный», что, несомненно, означает его готовность к действию. Мы, к сожалению, не можем охарактеризовать направленность этого действия и допускаем, что оно вполне может быть направлено за пределы университетского образовательного пространства, но для университета это самое удачное время для включения студента в различные виды творческой деятельности. Учитывая, что такие характеристики, как «реформатор» и «новатор» оказываются в аутсайдерах данного списка, такая ротация качеств личности может отражать скорее готовность студента отстаивать собственную позицию, чем ее менять. Тем не менее, это лучшее время для организации пространства деятельности студента, стимулирующего его поиск в различных областях творчества. Но, по всей видимости, в жизни студента третьего курса мало что меняется, время упущено, и, как следствие, на первое место среди качеств личности при самооценке собственного творческого потенциала у студентов четвертого курса выходит «авторитарность». Как стиль жизни, это абсолютная уверенность в собственной правоте и готовность отстаивать эту правоту уже не логикой и аргументами, а силой. Авторитарность проявляется в выраженной централизации управленческих функций и максимальном подавлении инициативы окружающих, устранении их от обсуждения и решения вопросов совместной жизнедеятельности. В качестве обеспечивающих механизмов выступают приказы и распоряжения, поощрения и наказания. И такой переход, по-видимому, дает эффект, так как к пятому курсу в число значимых качеств возвращается «оптимист», а «новатор» сменяется «реформатором», т.е. на смену желанию просто улучшить ситуацию приходит желание ее изменить и, скорее всего, в свою пользу. Уверенность в своей правоте, учитывая средний бал предпочитаемых качеств, больше 8 – практически максимальная. Остается только радоваться, что нет желания все разрушить, – такое качество, как «революционер», находится в аутсайдерах списка.

Заканчивается все тем же, чем и начиналось: на пятом курсе в списке средних значений мы имеем перечень практически тех же качеств, что и на первом курсе, только с еще большим баллом средней оценки, а значит, почти максимальной убежденностью студента в высоком уровне развития своего творческого потенциала. Таким образом, можно сделать весьма неутешительный вывод о том, что в настоящее время в образовательном пространстве университета прилагается недостаточно усилий для помощи студенту в адекватной оценке уровня развития своего творческого потенциала в частности и уровня развития своих личностных качеств в целом. Завышенный уровень самооценки у части студентов, неадекватное восприятие ими жизненных реалий и стремление «казаться», а не «быть», отсутствие желания брать на себя ответственность за собственную жизнь и при этом стремление доминировать, используя ресурс силы, являются тревожным симптомом неблагополучия не только в студенческой среде, но и в обществе в целом. Университетское образовательное пространство обладает значительными ресурсами, позволяющими влиять на формирование адекватной самооценки личности студента, в том числе на оценку уровня развития его творческого потенциала, но пока многие из них используются недостаточно эффективно и не в полной мере.

Литература

1. Деркач А.А., Исаев А.А. Творчество тренера. – М.: Физкультура и спорт, 1982.

2. Шейкина Н. Проблема художественного образа в структуре спортивного мастерства фигуристов // XXIV научн. конф. студентов и молодых ученых МГАФК: Тезисы докл. IX выпуск. – Малаховка: МГАФК, 2000. – С. 28–31.
3. Лубышева Л.И. Олимпийская культура и спорт в современном обществе // Теория и практика физической культуры. – 1999. – № 12. – С. 23–25.
4. Строилова С.А. Развитие творческого потенциала субъектов спортивно-педагогического процесса: Дис. ... канд. пед. наук. – Малаховка, 2002.
5. Шаров А.С. Рефлексия в развитии личности // Рефлексия, образование и интеллектуальные инновации: Материалы второй Всерос. конф. Рефлексивные процессы и творчество / Отв. ред. И.С. Ладенко. – Новосибирск: ЭКОР, 1995. – С. 224–225.
6. Шаров А.С. Психология познания человека. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 1994.
7. Повзун В.Д., Повзун А.А., Апокин В.В. Возможности образовательной среды университета в развитии творческого потенциала студентов спортивного факультета // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 1. – С. 94–95.
8. Богоявленская Д.Б. Интеллектуальная активность как проблема творчества. – Ростов-н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 1983.
9. Шаров А.С. Система ценностных ориентаций как психологический механизм регуляции жизнедеятельности человека: Дис. ... д-ра психол. наук. – Новосибирск, 2000.
10. Повзун В.Д., Повзун А.А., Аустер Б.В. Оценка динамики развития творческого потенциала студентов факультета физической культуры как условие совершенствования образовательного процесса вуза // Северный регион: наука, образование, культура. – Сургут: Издательство СурГУ, 2012. – № 1–2. – С. 133–139.
11. Там же.
12. Там же.

СОЦИАЛЬНЫЕ И КУЛЬТУРНЫЕ ПРОЦЕССЫ*Я.Г. Солодкин***ВОСЛЕД ЕРМАКУ
(ТРИ ЗАУРАЛЬСКИЕ ЭКСПЕДИЦИИ
ГОСУДАРЕВЫХ ВОЕВОД В 1584–1586 ГГ.)**

Не позднее лета 1583 г. в Москве, видимо, от Строгановых, узнали о разгроме войск Кучума «дружиной» Ермака и ее вступлении в Кашлык. В помощь «русскому полку», «взявшему» «за саблю» «Сибирское царство», при дворе Ивана IV было решено направить отряд служилых людей под предводительством воеводы князя С.Д. Болховского, голов И.В. Глухова и И.С. Киреева.

Затруднительно определить, почему выбор при этом пал на Семена Дмитриева сына, который осенью 1583 г. управлял Курмышом. Не исключено, что Болховский отличился в ходе подавления восстания местных народностей в пору очередной «черемисской войны».

Согласно оригиналу Ремезовской летописи (далее – РЛ) 500 ратников воеводы Болховского выступили из Москвы 10 мая 1583 г. и прибыли в город Сибирь 1 ноября того же года. В списке же «Истории» С.У. Ремезова утверждается, что это произошло 3 мая и 2 ноября соответственно [1]. На взгляд Г.Ф. Миллера, незнатный князь Звенигородского дома [2] «с товарищи», покинув Москву 10 мая 1583 г., спустя примерно полгода, 2 ноября, встретился с казаками в прежней ставке Кучума [3]. Впрочем, выдающемуся ученому была известна составленная в «царствующем граде» адресованная С.А., М.Я. и Н.Г. Строгановым грамота Ивана Грозного, в которой читаем, что ранее прикамским солепромышленникам предписывалось из их острогов выставить «в сибирской зимней поход» 50 «человек на конех»; затем князь Болховский получил распоряжение не трогаться из Перми «до полой воды», и «на весне» взять у Строгановых вместо полусотни всадников 15 «добрых» стругов, рассчитанных на 20 человек каждый, «со всем струговым запасом ... под нашу рать и под запас», не мешкая «и часу». Но «отец сибирской истории» в данном случае отдал предпочтение показаниям РЛ, думая, что грамоту, отложившуюся в строгановском архиве, составили с опозданием, и раз плененный казаками царевич Маметкул был доставлен в Москву (скорее всего, по переданному Болховским приказу) вскоре после вступления на престол Федора Ивановича, близкий ханский родственник отправился из Сибири на «Русь» в конце 1583 г. [4]. Справедливо признанный А.Т. Шашковым самым надежным источником по истории «Сибирского взятия» Погодинский летописец (далее – ПЛ), однако, позволяет установить, что отряд Болховского очутился в городе Сибири вскоре после гибели «ратоборного» атамана в ночь с 5 на 6 августа 1584 г., и следом голова И. Киреев с ермаковцами повез Маметкула в российскую столицу [5], до которой они добрались, как считается, в конце зимы 1584/85 г. [6].

В представлении С.В. Бахрушина посланный оттуда не позднее лета 1583 г. Болховский на зиму задержался в Перми и прибыл в Кашлык в ноябре 1584 г. [7]. Как видно,

крупнейший историк-сибиревед первой половины прошлого века, не отвергая данные царской грамоты Строгановым, считался с одним из свидетельств Ремезова (признавая анахроничность многих его показаний), но вопреки ему находил, что сеунчики Ермака появились в Москве едва ли ранее весны 1583 г., а Болховский далеко не сразу после этого двинулся за «Камень».

По мнению В.И. Сергеева, воеводствовалый (судя по разрядной книге первых месяцев царствования Бориса Годунова) в Курмыше до конца 1583 г. нижегородский помещик [8] в начале следующего года был назначен в Искер, куда выступил из столицы весной 1584 г. [9]. Царская грамота Строгановым, на которую мы уже ссылались, заставляет расстаться с последним заключением, свидетельствуя о том, что «на весне», в ожидании «полой воды», Болховский уже находился в Пермском крае.

А.Г. Сутормину казалось, что Болховский отправился за Урал по указу от 3 мая 1583 г., зиму провел в Чердыни и прибыл в город Сибирь почти через 6 месяцев, 1 ноября 1584 г. [10].

О том, что государевы служилые люди присоединились к «ермаковым казакам» 2 ноября, без малого через три месяца после гибели «велеумного» атамана, пишет и Е.К. Ромодановская [11]. Ввиду многочисленных анахронизмов, содержащихся в РЛ, эта дата внушает серьезные сомнения. Отметим, кстати, что, по сообщению Ремезова, до 1 ноября на лабазе лежало тело Ермака [12].

В оценке С.В. Бахрушина, которую разделял Р.Г. Скрынников, экспедиция Болховского оказалась плохо подготовленной, при этом не учитывались «местные условия». В представлении Н. Лапина молодого воеводу, вступавшего в поход, не снабдили всем необходимым, включая продовольствие. Как утверждал Д.Я. Резун, экспедиция Болховского была абсолютно не подготовлена, ее участники двинулись в Сибирь без зимней одежды, достаточного количества оружия и пороха [13]. Опубликованная еще Г.Ф. Миллером грамота Ивана IV Строгановым от 7 января 1584 г., где сказано, что, как узнали в Москве, в Сибирь зимой на конях пройти «немочно», явно противоречит таким суждениям. Повторим, что в этом документе сказано обо всем струговом (судовом) запасе, стругах «под запас», которые богатые солепромышленники обязались предоставить Болховскому.

Д.И. Копылов признавал наивным обвинение воеводы в том, что он не позаботился снабдить своих ратников продовольствием, поскольку его достаточно в Сибири, как уверяли молодого князя в Москве и на Урале, и с собой надо было взять оружие и, возможно, соль, почему стрельцы Болховского, вероятно, имели, подобно ермаковцам, лишь трехмесячный запас продуктов. Но «старейшина» казаков, не знавший наверняка, сколько времени займет поход в сибирские «землицы», мог располагать куда более значительным, чем рассчитанным на несколько месяцев, количеством продовольствия, и неясно, кто убедил Болховского в том, что «корма» вполне достаточно в стране, ранее подвластной Кучуму. Как думалось А.Т. Шашкову, стрельцы на Тагильском волоке, где построили Верхтагильский городок – первый в Зауралье перевалочный пункт на пути в Сибирь (т.н. Ермаково городище), по приказу неопытного воеводы оставили значительную долю съестных запасов, видимо, надеясь со временем вернуться за ними, что в конечном счете привело к страшному голоду в Искере зимой 1584/85 г. [14]. Скорее, судя по сохранившимся наказам первым сибирским воеводам, если Болховский так и поступил, то выполняя предписание московских властей. К тому же он, возможно, сообщал в столицу о своем походе за «Камень» [15].

По указанию Ремезова, отряд Болховского насчитывал 500 ратников [16]. Предпочтительнее известие царской грамоты Строгановым от 7 января 1584 г. и ПЛ, согласно которым в распоряжении князя Семена, а также голов Глухова и Киреева находилось 300 человек. Это, как читаем в «Повести летописной», «откуда начаяся царство бисерменское в Сибири ...», сотня казанских и свияжских стрельцов, сотня «пермич и вятчан», 100 «иных ратных людей». Далее в ПЛ сказано, что рать Болховского состояла из казанских, свияжских, пермских и вятских стрельцов [17].

Мнению А.П. Яркова, будто Строгановым было велено пополнить эту рать (500 служилых) тремя сотнями казаков, противоречит упомянутая накануне одна из последних грамот Ивана Грозного. Представление же тюменского историка, что отряд Болховского медленно продвигался к Искеру, «поскольку часто останавливался для сбора ясака» [18], относится к разряду домыслов.

С точки зрения Е.К. Ромодановской, вероятно, воеводу сопровождали сеунчики Ермака, т.к. служилые люди «нуждались в проводниках и переводчиках» [19]. О том, что в отряде Болховского находились казаки, которые привезли в Москву весть о «Сибирском взятии», упоминают и другие исследователи [20], повторяя сообщение «Краткого описания о Сибирстей земли...» (его протограф сложился, видимо, в начале 1620-х гг.), воспроизведенное в ПЛ [21]. Но версия о сеунчиках «храброго смлада» атамана, побывавших в столице России, должна считаться легендарной [22]. Проводников же (хотя царской грамотой от 7 января 1584 г. это запрещалось) Болховский мог взять у Строгановых. Врученный воеводе наказ (нужно думать, весьма подробный, который, увы, не сохранился), очевидно, позволял князю Семену действовать и вполне самостоятельно, обходясь без чьей-либо помощи.

Болховскому и почти всем его соратникам не суждено было пережить и первой сибирской зимы. Как предположила Е.К. Ромодановская, они погибли от голода (весной же, по сведениям сибирских летописцев, русские получили продовольствие благодаря татарам и остякам), т.к. Кашлык держал в осаде бывший ханский приближенный Карача [23]. Но эта осада продолжалась, о чем узнаем в Есиповской летописи Основной редакции (далее – ЕЛ), со времени Великого поста до «пролетия», иначе говоря, начала лета (согласно ПЛ, до июня) 1584 г. [24], причем Болховского тогда еще не было в Искере, голод же (в период которого «все присылные люди ... померли в Старой Сибири» «от скудости хлебные»), как узнаем из Лихачевской разновидности ЕЛ, наступил в крещение и закончился в дни великого поста [25]. Г.Ф. Миллер, и это объяснение убедительнее приведенного, связывал постигшее русских бедствие с тем, что у них «все дороги ... отняты были» из-за восстания «всей земли». В представлении Н.М. Карамзина, многие казаки сделались жертвой цинги, непогода мешала им промышлять зверя и рыбу [26].

А.П. Ярков считает голод в Кашлыке зимой 1584/85 г. следствием того, что «окрестные селения и кочевья были сожжены, а остальные обезлюдели» [27]. Это суждение опять-таки представляется надуманным.

Если в первые же месяцы пребывания в Сибири почти все стрельцы Болховского погибли, то Глухову и 90 ермаковцам (по данным «слогателя» ПЛ) удалось пережить страшную зиму и, оставшись «безопасны до конца», они «на лето, как вода вскрылась» [28], отправились в Русскую землю. Едва ли в пору «крепкого» голода казаки не делились скудными запасами с «московскими людьми». На судьбе большинства последних наверняка сказались условия сурового сибирского климата.

С точки зрения Г.Л. Файзрахманова, еще когда в Москве не знали о гибели Ермака, в «Сибирскую страну» послали отряд И. А. Мансурова [29], как полагал ряд историков, на помощь «изрядному ратоборцу» [30]. Весть о смерти «прехраброго атамана» пришла в «царствующий град», скорее всего, в последние месяцы 1584 г. или в начале следующего года, по крайней мере, при дворе Федоре Ивановича об этом узнали от И. Киреева и ермаковцев, сопровождавших ханского родственника Маметкула. Мансуров, прибывший за Урал в конце лета 1585 г. [31], как порой считается, был послан на смену Болховскому либо Глухову. Но последние могли перейти и под начало Мансурова [32], которого, на взгляд А.В. Полетаева, решили послать в Сибирь, узнав о благополучном прибытии в Кашлык Болховского [33]. Не исключено, однако, что Мансуров отправился за «Камень», когда в Москве стало известно о тяжелом положении русского гарнизона в прежней ставке Кучума.

В феврале 1585 г. был подготовлен «разряд» похода против Речи Посполитой. Этот поход не состоялся, что наряду с подавлением мятежа в Среднем Поволжье [34] дало возможность правительству «святоцаря» Федора «прислать» Мансурова в Сибирь.

В.И. Шунков считал отряд «служилых людей розных городов, казаков и стрелцов» [35] плохо снабженным. Противоположная оценка, которой придерживается Н.И. Никитин [36], кажется более оправданной, если следовать летописным рассказам о неудачных приступах остяков к заложенному Мансуровым Обскому городку.

Сибирская экспедиция 1585 – первых месяцев 1586 гг. иногда признается безуспешной [37]. Такой вывод должен считаться как минимум односторонним уже потому, что Мансуров приступил к объяснению населения Нижнего Приобья [38]. Возвращаясь из Сибири северным уральским путем, который проделали и ермаковцы: по Оби, Соби и через Пустоозеро, Мансуров, вероятно, оставил в «срубленном» его служилыми людьми остроге гарнизон [39], который затем сменили годовальщики. Вплоть до 1594 г., когда (накануне основания Сургута) по царскому приказу этот городок был сожжен, он служил русским опорным пунктом (причем до возникновения Березова единственным) на Обском Севере. Полагая, что в 1585 г. «пушки Мансурова окончательно покорили и обложили данью ту часть края, где были построены Тюмень и Тобольск» [40], И.Х. Гамель допустил очевидную неточность. Ведь первый русский городок за Уралом встал у Белогорья, на берегу Оби «против иртишского устья» [41]. Преувеличением, думается, страдает и вывод Д.М. Володихина, что именно выборный дворянин по Мещовску, а вовсе не «казачий богатырь», добился первого прочного успеха в Сибири [42]. Сам Д.М. Володихин замечает, что Мансуров лишь отразил нападение остяков на сооруженный им городок. Только после возвращения этого воеводы на «Русь» в «Сибирской земле» появилась еще одна московская рать под началом В.Б. Сукина и И.Н. Мясного, которой удалось заложить Тюмень, что наряду с основанием письменным головой Д.Д. Чулковым год спустя Тобольска и привело к распространению власти нового московского самодержца на земли прежнего «Кучумова юрта».

По наблюдению Р.Г. Букановой, Тюмень была выстроена в одном и том же году с Воронежем, Самарой, Уфой (и, добавим, Ливнами), что едва ли случайно. (В.В. Полищук включает в этот ряд и Царицын, но он возник в 1589 г.).

Едва ли задачей Сукина и Мясного являлась помощь Мансурову, как представляется Е.И. Дергачевой-Скоп [43]. Последний из этих воевод известил столичные власти о сооружении Обского городка (о чем писали В.И. Сергеев и А.Т. Шашков) и, видимо, получил распоряжение возвращаться на «Русь». Следует отклонить и мнение В.И. Шунко-

ва, будто Сукин и Мясной выступили в Сибирь, когда в Москве узнали об уходе из Кашлыка остатков рати Ермака и Болховского [44].

Многие историки убеждены в том, что со времени экспедиции Сукина и Мясного началось второе (вслед за казачьей «дружиной») «взятие» Сибири, т.е. подлинное присоединение к России раскинувшейся за Уралом «восточной страны» [45]. Как мы видели, однако, после гибели бесстрашного «наставника» казаков до весны 1586 г. там почти непрерывно действовали отряды Болховского, Глухова, Мансурова, стремясь закрепить за Московским государством недавние владения сибирского «салтана». С «поставлением» Тобольска процесс русского градостроительства в новой «державе» Ивана Грозного [46] и его «благоюродливого» преемника приостановился на несколько лет, в течение которых, по заключению В.И. Сергеева, правительство Бориса Годунова готово было довольствоваться вассальными отношениями со стороны Кучума и ранее подвластных ему князей. Отнюдь не всегда поступательно колонизация «Закаменской страны» продолжалась и на рубеже XVI–XVII вв. Примечательно, что в глазах и тобольских летописцев, и московских книжников экспедиции Сукина и Мясного, а затем Чулкова ничем, в сущности, не отличались, за исключением результатов, от походов Болховского с Мансуровым [47]; «взятие» же Сибири «списатели» XVII в. связывали только с именем Ермака [48]. Таким образом, считать, что зауральская экспедиция 1586 г. открыла новый этап в присоединении к России сибирских «землиц», думается, нет должных оснований.

Литература

1. Сибирские летописи (далее – СЛ). – СПб., 1907. – С. 339, 430; Памятники литературы Древней Руси: XVII век (далее – ПЛДР). – М.: Художественная литература, 1989. – Кн. 2. – С. 561.
2. См.: Бычкова М.Е. Родословные книги XVI–XVII вв. как исторический источник. – М.: Наука, 1975. – С. 175.
3. Миллер Г.Ф. Описание Сибирского Царства. – М.: Либерея, 1998. – Кн. 1. – С. 136; Миллер Г.Ф. История Сибири. 2-е изд., доп. – М.: Восточная литература, 1999. – Т. 1. – С. 248.
4. Миллер Г.Ф. Описание Сибирского Царства. – С. 137, 138; Миллер Г.Ф. История Сибири. – Т. 1. – С. 248.
5. Полное собрание русских летописей (далее – ПСРЛ). – М.: Наука, 1987. – Т. 36. – С. 33, 135, 137. Считается, что отряд Болховского вступил в бывшую ханскую ставку осенью 1584 г., накануне или же поздней осенью этого года (История Сибири. – Л.: Наука, 1968. – Т. 2. – С. 29; Никитин Н.И. «За други своя» // Военно-исторический журнал (далее – ВИЖ). – 1993. – № 6. – С. 86; Никитин Н.И. Ермак // Исторический лексикон: XIV–XVI века. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – Кн. 1. – С. 487; Шашков А. Проезжая через Самарово. Из прошлого столицы Югорского края // Родина. – 2007. – № 10. – С. 45 и др.).
6. См.: Очерки истории Югры. – Екатеринбург: НПМП «Волот», 2000. – С. 99, 119. Это случилось не позднее 3 февраля 1585 г. (ДОПОЛНЕНИЯ к актам историческим, собр. и изд. Археографическою комиссиею имп. Академии наук. – СПб., 1846. – Т. 1. – Стлб. 198).
7. См.: Миллер Г.Ф. История Сибири. – Т. 1. – С. 476, 484. П.И. Небольсин находил, что Болховский преодолел «Камень» на конях еще до получения Строгановыми цар-

ской грамоты от 7 января 1584 г. (Небольсин П.И. *Покорение Сибири: Историческое исследование*. – СПб.: Русская симфония, 2008. – С. 112). Это мнение противоречит показаниям ПЛ, да и остальных источников.

8. См.: Анпилогов Г.Н. *Нижегородские документы XVI века (1588–1600 гг.)*. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. – С. 87, 88.

9. Сергеев В.И. *Источники и пути исследования сибирского похода волжских казаков // Актуальные проблемы истории СССР*. – М.: Изд-во Моск. гос. пед. ин-та им. В.И. Ленина, 1976. – С. 23. С точки зрения Р.Г. Скрынникова, из-за смерти Грозного и последовавших за ней крупных волнений в Москве о сибирской экспедиции на время забыли (Скрынников Р.Г. *Сибирская экспедиция Ермака*. 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сибирское отделение изд-ва «Наука», 1986. – С. 238), т.е. Болховский, как, видимо, полагал известный историк, двинулся за Урал не ранее середины апреля 1584 г. Но могли ли при царском дворе отложить подготовку нового похода в «восточную страну», если государство переживало острейший финансовый кризис и власти, очевидно, надеялись его преодолеть или хотя бы смягчить с помощью «мяхкой рухляди», которую обещало «Сибирское взятие»?

10. Сутормин А.Г. *Ермак Тимофеевич (Аленин Василий Тимофеевич)*. – Иркутск: Восточно-Сибирское книжное изд-во, 1981. – С. 86–88, 90, 91. На взгляд Н. Лапина, Болховский 5 месяцев шел от Москвы до Искера (Лапин Н. *Военное искусство в сибирских походах Ермака // ВИЖ*. – 1966. – № 1. – С. 44). В.И. Шунков явно ошибочно писал о прибытии 500 ратников этого воеводы в город Сибирь в 1583 г. (*История СССР с древнейших времен до наших дней*. – М.: Наука, 1966. – Т. 2. – С. 340).

11. Ромодановская Е.К. *Избранные труды: Сибирь и литература: XVII век*. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – С. 188, 210 – 211, 213. Порой считается, что Болховский прибыл в Кашлык в ноябре 1584 г., через полгода после выступления с Чусовой (Миненко Н. *Хождение за «Камень»*). Еще раз о походе Ермака: новая версия // *Родина*. – 2000. – № 5. – С. 69).

12. СЛ. – С. 345, 436; ПЛДР. – Кн. 2. – С. 563.

13. Бахрушин С.В. *Научные труды*. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – Т. 3. – Ч. 1. – С. 145; Лапин Н. *Военное искусство ...* – С. 44; Скрынников Р.Г. *Сибирская экспедиция Ермака*. – С. 251. Ср.: С. 263; Резун Д.Я. *Предисловие // Фронт в истории Сибири и Северной Америки в XVII–XX вв.: общее и особенное*. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. – Вып. 3. – С. 4; Резун Д.Я., Шиловский М.В. *Сибирь, конец XVI – начало XX века: фронт в контексте этносоциальных и этнокультурных процессов*. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – С. 5. Ср.: С. 76.

14. Копылов Д.И. *Ермак*. – Иркутск: Восточно-Сибирское книжное изд-во, 1989. – С. 163 – 164; Шашков А.Т. *К истории возникновения в конце XVI в. городов и острогов на восточных склонах Урала // Уральский сборник: История: Религия: Культура*. – Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 1997. – С. 175–176; Он же. *Первые зауральские города и остроги // Югра*. – 1997. – № 8. – С. 18 и др. А.П. Зыков повторил это мнение. См.: Зыков А. *Искер – забытая столица Сибири // Родина*. – 2004. – Спец. вып.: Тобольск – живая былина (далее – Тобольск). – С. 16.

15. Преображенский А.А. *Урал и Западная Сибирь в конце XVI – начале XVIII века*. – М.: Наука, 1972. – С. 47.

16. В.И. Шунков включал в их число «строгановских людей» (*Очерки истории СССР: Период феодализма: Конец XV в. – начало XVII в.* – М.: Изд-во АН СССР, 1955. –

С. 695). Однако в уже не раз цитировавшейся царской грамоте Строгановым подчеркивалось, что воеводе и головам «людей ратных и подвод и проводников иматьесья у вас не велели».

17. ПСРЛ. – Т. 36. – С. 133, 135.

18. Ярков А.П. Кучум и Ермак: смена темпоритма в Сибири // *Западная Сибирь: история и современность: Краеведческие записки*. – Нижневартовск; Омск: Омскбланк-издат, 2011. – Вып. 10. – С. 28.

19. Ромодановская Е.К. Указ. соч. – С. 211.

20. См., напр.: *Очерки истории Коды*. – Екатеринбург: НПМП «Волот», 1995. – С. 92; Шашков А.Т. К истории возникновения... С. 175, 176; Болховский Семен Дмитриевич // *Большая Тюменская Энциклопедия*. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2004. – Т. 1. – С. 179.

21. СЛ. – С. 309; ПСРЛ. – Т. 36. – С. 74, 133.

22. Солодкин Я.Г. «Ермаково взятие» Сибири: загадки и решения. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. гуманитар. ун-та, 2010. – С. 60–72 и др.

23. Ромодановская Е.К. Указ. соч. – С. 215, 216. Так же полагают Д.И. Копылов и Н.И. Никитин (Копылов Д.И. Указ. соч. – С. 164–165; Никитин Н.И. «За други своя». – С. 86).

24. ПСРЛ. – Т. 36. – С. 62, 134. В некоторых разновидностях Строгановской летописи утверждается, что осада длилась с марта до 12 июня (СЛ. – С. 81, 102).

25. ПСРЛ. – Т. 36. – С. 124, 133. В ЕЛ голод, унесший жизни многих «православных воев», приурочен к «зимней године» (Там же. С. 60).

26. Миллер Г.Ф. Описание Сибирского Царства. – С. 139; Миллер Г.Ф. *История Сибири*. – Т. 1. – С. 249; Карамзин Н.М. *История Государства Российского*. – М.: Книга, 1989. – Кн. 3. – Т. 9. – С. 237.

27. Ярков А. П. Указ. соч. – С. 28.

28. ПСРЛ. – Т. 36. – С. 133, 135. С точки зрения А.Т. Шашкова, это случилось в начале лета (*Очерки истории Коды*. – С. 92; *Очерки истории Югры*. – С. 119 и др.). Не исключено, однако, что в «Повести летописной ...», вышедшей, возможно, из стен Сибирского приказа, подразумевается конец мая. Ср.: *Разрядная книга 1475–1598 гг.* – М.: Наука, 1966. – С. 532.

29. Файзрахманов Г.Л. *История сибирских татар (с древнейших времен до начала XX в.)*. – Казань: Фэн, 2002. – С. 202. Так полагал еще Н.М. Карамзин.

30. Бучинский П.Н. Соч.: В 2-х т. – Тюмень: Изд-во Ю. Мандрики, 1999. – Т. 1. – С. 85; Сергеев В.И. К вопросу о походе в Сибирь дружины Ермака // *Вопросы истории*. – 1959. – № 1. – С. 130; Никитин Н.И. *Сибирская эпопея XVII века: Начало освоения Сибири русскими людьми*. – М.: Наука, 1987. – С. 14 и др. Мнение, что Федор Иванович «не спешил закрепить Ермаковы победы, а может, и вовсе забыл о походе» (Заварихин С.П. *Ворота в Сибирь*. – М.: «Искусство», 1981. – С. 80), нельзя принимать всерьез.

31. Скрынников Р.Г. *Сибирская экспедиция Ермака*. – С. 250.

32. Мансуров, являвшийся в 1577 г. мещовским выборным дворянином, заметно превосходил Болховского, не говоря уже о Глухове, по сословному статусу (Скрынников Р.Г. Указ. соч. – С. 315. Примеч. 170).

33. Березово (*Очерки истории с древности до наших дней*). – Екатеринбург: Сократ, 2008. – С. 55.

34. См.: Скрынников Р.Г. Россия накануне «Смутного времени». – М.: Мысль, 1981. – С. 91. Примеч. 49; Зимин А.А. В канун грозных потрясений: Предпосылки первой Крестьянской войны в России. – М.: Мысль, 1986. – С. 128.
35. Так определяется состав рати Мансурова в ПЛ (ПСРЛ. – Т. 36. – С. 135).
36. Очерки истории СССР... С. 696; Никитин Н.И. Сибирская эпопея... С. 14.
37. Резун Д.Я., Васильевский Р.С. Летопись сибирских городов. – Новосибирск: Новосибирское книжное изд-во, 1989. – С. 18; Березово... С. 57; Буканова Р.Г. Город Уфа в контексте сибирской истории // IX Всерос. (с международ. участием) научно-практ. конф. «Тобольск научный – 2012». – Тобольск: Изд-во ТГСПА им. Д.И. Менделеева, 2012. – С. 261.
38. См.: Шашков А.Т. К истории Обского (Мансуровского) городка // Великий подвиг народа: Вторые военно-исторические чтения, посвященные 55-летию Победы в Великой Отечественной войне: Тез. докл. – Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 2001. – С. 173 и др.
39. См.: Шашков А.Т. Начало присоединения Сибири // Проблемы истории России. – Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 2001. – Вып. 4: Евразийское пограничье. – С. 41; Березово ... С. 57, и др. Считать вслед за Н.А. Миненко, что Мансуров заложил Березов, а может быть, и некоторые другие сибирские города, как уже отмечал А.Т. Шашков, нет должных оснований.
40. Гамель И. Англичане в России в XVI и XVII столетиях. Статья вторая // Прилож. к XV т. Зап. имп. Академии наук. – СПб., 1869. – С. 219. Ранее подобное мнение высказал П.А. Словцов.
41. ПСРЛ. – Т. 36. – С. 64, 135, 138; Богданов А. П. Общерусский летописный свод конца XVII в. в собрании И.Е. Забелина // Русская книжность XV–XIX вв. – М., 1989. – С. 197 (Тр. Гос. Ист. Музея. – Вып. 71).
42. Володихин Д. Тысяча миль за полтора года. Русское наступление в Сибири при царе Федоре Ивановиче // Родине. – 2010. – № 8. – С. 50. Ср.: Он же. Царь Федор Иванович. – М.: Молодая гвардия, 2011. – С. 85–86.
43. Летописи сибирские. – Новосибирск: Новосибирское книжное изд-во, 1991. – С. 33. Как представляется М.О. Акишину, отряд Сукина и Мясного включал около 90 ермаковцев, в том числе атаманов Матвея Мещеряка и Черкаса (Ивана) Александрова (Акишин М. «Благородные мужи» Чулковы // Тобольск. – С. 43). Однако нет уверенности, что почти все соратники «искусного в храбрствях» предводителя знаменитой экспедиции, вернувшиеся из Сибири вместе с Глуховым, затем вновь там оказались, по крайней мере, относительно Мещеряка это явная ошибка.
44. Очерки истории СССР ... С. 696. В.Б. Сукин и И.Н. Мясной появились в Сибири не через год после возвращения И.А. Мансурова на «Русь» (Копылов Д.И. Указ. соч. – С. 176), а спустя всего несколько месяцев.
45. См., напр.: Буцинский П.Н. Указ. соч. – Т. 1. – С. 85, 87; Середонин С.М. Сочинение Джильса Флетчера «Of the Russe Commonwealth» как исторический источник. – СПб., 1891. – С. 330; Акишин М. Указ. соч. – С. 46; Полищук В.В. Тюмень изначальный // Сулеймановские чтения – 2006: Мат-лы IX Всерос. научно-практ. конф. – Тюмень: ИПЦ «Экспресс», 2006. – С. 86; Рябина Е. А. Внешняя политика Кучум-хана в 1582–1598 гг. // История, экономика и культура средневековых тюрко-татарских государств Западной Сибири: Мат-лы Международ. конф. – Курган: Изд-во Курган. гос. ун-та, 2011. – С. 91. Ср.: Платонов С.Ф. Смутное время. – СПб.: Лань, 2001. – С. 236; Козляков В. Бо-

рис Годунов: Трагедия о добром царе. – М.: Молодая гвардия, 2011. – С. 93–94. Вопреки мнению, что Сукину и Мяскому удалось окончательно покорить Сибирь (Буканова Р.Г. Указ. соч. – С. 262), ханство Кучума просуществовало, и отнюдь не номинально, до исхода лета 1598 г.

46. См.: ПСРЛ. – Т. 36. – С. 60. Ср.: С. 42.

47. Там же. – М.: Изд-во «Наука», 1965. – Т. 14. – С. 33, 34; Т. 36. – С. 34, 35, 39–41, 60, 64–66, 74, 138, 139, 189, 190, 258–259, и др.

48. ПСРЛ. – Т. 36. – С. 32, 42, 74, 79, 138, 146, 178, 231, 258, 301, и др. Ср.: Миллер Г. Ф. Указ. соч. – Т. 1. – С. 446–447; Бахрушин С. В. Научные труды. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – Т. 3. – Ч. 2. – С. 122; Александров В.А., Покровский Н.Н. Власть и общество: Сибирь в XVII в. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1991. – С. 232, 233.

О.А. Рябкова

ЭТНОС ОБСКИХ УГРОВ (ОСТЯКОВ И ВОГУЛОВ) В СИБИРСКОМ ЛЕТОПИСАНИИ

История взаимодействия русского населения с обскими уграми, остяками (ханты) и вогулами (манси) восходит к еще к началу второго тысячелетия нашей эры. С XII–XV века Югра являлась значимым объектом экономической колониальной политики Великого Новгорода (пушные богатства). Присоединение Зауралья к России в конце XVI века поставило коренные народы Сибири в новые социально-политические, экономические, культурные условия [1]. Изложение событий, связанных с присоединением Сибири и покорением проживающих на ее территории народов, также находит отражение в сибирских летописях.

Наряду с источниками, содержащими фактический материал об истории Сибири (свидетельства частных лиц, чертежные описания, писцовые и переписные книги сибирских уездов, «ясачные книги» и т.д.), особенно выделяются сибирские летописи.

Как отмечает Д.С. Лихачев, «их история замечательна: они возникли на местной, но официальной инициативе, почти так же, как возникли русские летописи в предшествующие века» [2].

В 30-х годах XVII века на основании летописи Киприана (1622 г.) архиепископским подьячим Саввою Есиповым была составлена новая обширная официальная сибирская летопись, сохранившаяся во многих списках (далее Есиповская летопись).

На основе той же Киприановской летописи в начале 70-х годов XVII была составлена и другая сибирская летопись, получившая научное название Строгановская.

В конце XVII Семен Ремезов ведет обширную работу по собиранию различных сведений о прошлом и настоящем Сибири. Итогом его работы становится труд «История Сибирская».

Сибирские летописи рассказывают, в основном, о роли Ермака Тимофеевича, его дружины, казаков, семьи Строгановых в покорении Сибири и распространении христианства.

Цель настоящей работы – на основе Строгановской, Есиповской и Ремезовской летописей определить состояние традиций остяков и вогулов до официального времени присоединения Сибири к России, начиная с походов Ермака Тимофеевича и связанной с этим процессом трансформации различных аспектов жизни народа

Первые упоминания о Югре и встрече с сибирскими народами встречаются в русских летописях в середине XI века. На протяжении XII века жители Великого Новгорода ходили в Югру, и постепенно территория, где проживали остяки и вогулы, включалась в состав Новгородской волости. Остяки и вогулы, основным занятием которых были рыболовство, охота, собирательство, платили новгородцам дань пушниной. С XV века по мере усиления Великого Московского княжества все чаще на Югорской земле начали появляться московские дружины [3].

В списках Строгановской, Есиповской и Ремезовской летописей встречаются различные упоминания об остяках и вогулах.

Анализируя списки летописей, упоминания остяков и вогулов можно классифицировать по следующим сюжетам:

- территория проживания;
- особенности жизненного уклада;
- верования;
- взаимоотношения с Сибирским царем и русским населением.

В Сычевском списке Есиповской летописи находим указание на территорию расселения остяков и вогулов, их соседей, которое происходило по основным Сибирским рекам Тура, Иртыш, Обь. «Первая река в Сибирских землях Тура; по этой реке живут люди называемые Вогуличами» [4]. «Река Иртышь своим устьем впадает в великую реку, называемую Обь. На этих реках жительство имеют многие языцы [5]: Татары, Калмыки, Мугалы, Пегая орда, Остяки, Самоеды и прочие языцы» [6].

Аналогичные данные содержит Румянцовский список Есиповской летописи [7].

Абрамовский список Есиповской летописи не упоминает о местожительстве вогулов, но мы находим данные, что по реке Тура проживают люди, называемые Калмыки, Татары. По рекам Тобол, Иртыш, Обь проживают многие народы: Татары, Калмыки, Мунгалы, Пегая орда, Остяки, Самоеды и прочие народы [8].

Первые сибирские летописи содержат мало сведений об особенностях жизненного уклада остяков и вогулов. Данные представлены следующими сюжетами: «Остяки же одежду имеют от рыб, Самоеды от оленей. Ездят остяки на псах, Самоеды на оленях» [9].

Абрамовский список Есиповской летописи более подробно повествует о средствах передвижения: «Сыроеды Остяки ездят на псах, впряжены бывают в нарты на дальние расстояния. Самоеды ездят на оленях, впряжены бывают в санки, а сани делают так, что сесть можно человеку и вышиною от земли в полчеловека» [10].

Характеристика одежды и рациона питания содержит данные о том, что народы Сибири в основном были «сыроядцы, звериное и гадское мясо едят, кровь звериную пьют, травы и коренья едят. Остяки же одежду имеют от рыбы. Самоеды едят оленей, всяких зверей и гадов» [11].

Автор Ундольского списка Есиповской летописи критикует эти народы за языческие воззрения: «люди скоту уподобилися... Не ведают Бога, ни его закона...» [12].

Как стало ясно при изучении летописей, они не содержат описания жизненного уклада вогулов.

Рассматривая религиозные представления остяков и вогулов, а также других народов Сибири, европейцы негативно относятся к их языческим верованиям: «Татары закон Моаметов держат; Калмыки закон и предания отцов держат; Пегая орда, Остяки и Самоеды закона не имеют и идолам поклоняются (и жертвы и дары приносят)» [13]. «Вогулы разговаривают своим языком и поклоняются идолам бездушным» [14].

Интересны три сюжета, раскрывающих и характеризующих процесс поклонения остяков и вогулов и других сибирских народов (в том числе и татар) идолам, кумирам и собственное их отношение к ним.

«1585 г. «По неколицех же днех приидоша под городок Остяков множество и начаша приступати со всех стран». На утро поганые пришли к городку и принесли своего почитаемого кумира. Кумир весьма славен и приносят ему дары из дальних городов множество. Казаки выстрелили из пушки и разбили дерево, под которым кумиру творили жертву и кумира их сокрушили. И поганые Агаряне устрашились и увидели, что русские сильны в стрельбе. И от того времени приходять к городку Остяки не стали» [15].

Рассказ Чувашенина о молбище у остяцкого князя Демайна: «Молятся они де русскому Богу и тот де русский Бог литой в золотой чаше сидит и зовут его Христом; говорят что привезен от Владимирова крещения и от того живут смело. Ворожат и говорят, что лучше им сдаться живыми. А Бога их взять не мог. Против него все сидят и молятся и стоят, а он поставлен на стол и кругом жир горит и курятся серою, яки в ковше. При наступление русских, они разбежались с родами в дома свои. И в том городке всех приво-дили к клятве и ясак взяли, но молбища не сыскали» [16].

Описание молбища на Белогорье: «Молбище большое, богине древней; голая с сыном на стуле сидит; дары принимает от своих и дают ей остатки с каждого промысла, а если кто по обету не даст, того мучит и томит, а кто принесет жалеюще, тот пред нею упадет и умрет. Услышали, что Богдан идет, велели ее спрятать и всем бежать. И многое собрание кумирское спрятано до сего дня» [17].

Ислам, язычество, отсутствие Божьего закона и христианской веры рассматриваются авторами летописей причиной Божьего гнева на царство Кучума и, как следствие, его падения.

«Еще издревле же Сибирская земля идоложертвием омрочена, ныне же благочестием сияет, отпадет бесовская служба и требища идольские сокрушились...». «Послал Бог гнев свой праведный на царя Кучума и на всех, кто под его властью, закона Божьего не ведущие и поклоняющиеся Моамета проклятого закона, иные же поклоняющиеся идолам и болванам и жруще бесам, а не Богу Богом» [18].

Взаимоотношения остяков и вогулов с русским населением, Российским государством и царством Кучума носили двойственный характер. Это находит отражение, с одной стороны, в том, что до прихода Ермака уже существовали даннические отношения обских угров с Русским государством, с другой стороны – в уплате ясака.

Список Спасского Строгановской летописи содержит данные о том, что регулярно на Чусовую реку в Яковлевы, Григорьевы и Строгановы городки и в Пермь Великую приходили сын царя Кучума Маметкуль и вогульский мурза Бакбелий Агтаков и вступали в бой с остяками [19].

Из письма Якова и Григория Строгановых государю царю великому князю всея Руси Ивану Васильевичу сообщается, что сын царя Кучума Маметкуль в 1573 г. приходил в Строгановы городки и в Великую Пермь и многих вогулов и остяков ясачных побил, а жен их и детей в плен взял [20].

В тоже время, принимая подданство русского царя, остяки, вогуличи и югричи не только должны были платить дань, но и могли рассчитывать на опеку, защиту русского государства, совместно с наемными казаками могли выступать против царя Кучума. Подтверждение этому мы находим в ответной грамоте царя Ивана Васильевича всея Руси Якову и Григорию Строгановым: «А кои Остяки и Вогуличи и Югричи от Сибирского салтана отстанут и учнуть бытии под его государевою рукою, а почнут государю дань давати, какова им дань в мочь будет, и у них та всякая дань имати и отсылати к государю царю, а тех данных Остяков и Вогулич и Югрич и жен их и детей от сибирских ратных людей приходу беречи и в обиду никаким людям не давати. Якову и Григорию, собирая охочих и своих людей и Остяков и Вогулич и Югриич и Самоед с наемными казаками и снарядом посылати воевати и в полон Сибирцов имати и в дань за государя приводити...» [21].

С другой стороны, летописи содержат факты того, что остяки и вогулы, будучи подданными царя Кучума, ежегодно платили ему ясак: «С приходом весны, время Кучума ясак с поданных своих собирать, соболя и лисицы и прочих зверей и рыб» [22].

Данные отношения с сибирским царем обязывали остяков и вогулов в случае военных действий против русских отрядов выступать в войсках Кучума или действовать самостоятельно: «1579 (28 июня) по некоем времени Вогульский князь собрался со многими Остяками и пришел под Сылвенский острожек тайно и побил и воевал и побил многих» [23]. «Пелымский князь собрал свое войско (700 человек); он же злой и по неволе с собою Сылвенских и Косвенских, Яренских, Киндийских и Обдинских Татар, Остяков и Вогуличей и Вотяков и Башкирцев и пришел на Пермские городки и на Чердынь и те места поплениша и пожгоша... и в скорее от того места поидоша под Канкор городок» [24].

После того как царь Кучум узнает о пришествии русских воинов (вольских атаманов и казаков Ермака Тимофеевича, 1581 г.), «посылает он в свою державу, по городам улусам, дабы ему против русских воинов ополчиться... Собралися к нему многие Татары, с князьями своими и мурзами и уланове и Остяки и Вогуличи и прочие языцы, иже под его властью вси живущие» [25].

С конца XVII века в работах по изучению Сибири, авторами которых, по мнению Д.С. Лихачева, выступали выходцы из казацкой среды, проявляется интерес к более подробному жизнеописанию сибирских народов. Используя различные сведения, источники по истории, географии, фольклору Сибири, Семен Ремезов не только приводит данные о территории проживания и бытовом укладе остяков и вогулов, но и дает более подробные сведения о социально-административной организации этносов, семейном, экономическом положении, об условиях и процедуре уплаты ясака: «А от Самаровского яму вниз великою рекою Обью по обе стороны великой реки Оби и Иртыша живут государей наших подданные ясачные люди татары, Вотяки, Самоеды, разными языками и улусами... над собою имеют начальных людей в улусах князцов, ясаулов, сотников, десятников».

«...Которые богатые ясачные люди в юрте у себя имеют по 3–4 жены, маломощные по 1-ой жене».

«Князцы же их прожиточные ясачные люди в улусах и юртах в юртах своих имеют по сту, по двести, по пятьсот и по тысячи оленей, а те олени питаются мхом и травую и молоко у них доят на потребу свою. Да с тех же ясачных людей со всякого человека с лука ясаку на великих государей в год дают в государскую казну по десяти соболей с пупки и с хвосты, а лисицами черными, чернобурыми, бобрами и выдрами и всяким зверем в казну берут сборщики, государские люди, посланные для сбора соболей указанного числа» [26].

Аналогичные сведения мы встречаем в труде исследователя А. Титова «Сибирь в XVII веке», изданном в 1890 году [27].

Подводя итог изложенному, можно отметить, что в летописях описываются различные стороны жизни обских угров: духовная культура, территория расселения, межэтнические взаимодействия и многое другое. Содержание списков по данным аспектам сибирских летописей не всегда отражает полную картину имеющихся традиций, этнографических, географических и исторических сведений. Возможно, это связано с тем, что летопись имела официальный характер, и в большей части основными сюжетами являлись прославление Ермака Тимофеевича, роль русских воинов в покорении Сибири, распространение православной веры, борьба с язычеством и исламом, политика, проводимая

русскими государями в отношении Сибири и народов, ее населявших. Более ярко и динамично описываются в летописях верования остяков и вогулов, их знакомство с православной верой и межэтнические взаимодействия с русским народом и соседями. Начиная с XVII века, сибирские летописи содержат более подробные данные, раскрывающие обычаи и традиции остяков и вогулов, что говорит о возрастании интереса к истории сибирских этносов, связанном с включением их в состав российского государства и общую российскую историю.

Литература

1. Выдрина Г.А. Русский этнос в межэтническом взаимодействии (на примере Ханты-Мансийского автономного округа) // Славянский ход 1991–2002: Материалы и исследования. – Сургут-Ханты-Мансийск, 2004. – Вып. 1. – С. 12.
2. Лихачев Д.С. Русские летописи. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lihachev.ru>.
3. Историческая энциклопедия Сибири. – Новосибирск: Издательский дом «Историческое наследие Сибири», 2009. – С. 435.
4. Есиповская летопись по Сычевскому списку (в сокращении) // Сибирские летописи. Издание Императорской археографической комиссии. – СПб.: Типография И.Н. Скороходова, 1907. – С. 110.
5. Срезневский И.И. Материалы для словаря древнерусского языка по письменным памятникам. – СПб: Типография императорской академии наук, 1912. – Т. 3. – С. 1647.
6. Есиповская летопись по Сычевскому списку (в сокращении). – С. 111–112.
7. Есиповская летопись по Румянцовскому списку // Сибирские летописи. Издание Императорской археографической комиссии. – С. 261.
8. Есиповская летопись по Абрамовскому списку // Сибирские летописи. Издание Императорской археографической комиссии. – С. 242.
9. Есиповская летопись по Сычевскому списку (в сокращении). – С. 112; Есиповская летопись по списку Ундольского // Сибирские летописи. Издание Императорской археографической комиссии. – С. 179–181; Есиповская летопись по Абрамовскому списку. – С. 242.
10. Есиповская летопись по Абрамовскому списку. – С. 242.
11. Есиповская летопись по Абрамовскому списку. – С. 242; Есиповская летопись по списку Ундольского. – С. 180–181.
12. Есиповская летопись по списку Ундольского. – С. 180
13. Есиповская летопись по Сычевскому списку (в сокращении). – С. 111–112; Есиповская летопись по списку Ундольского. С.179–181; Есиповская летопись по Абрамовскому списку. – С. 242; Есиповская летопись по Румянцовскому списку. – С. 261.
14. Есиповская летопись по Погодинскому списку // Сибирские летописи. Издание Императорской археографической комиссии. – С. 271.
15. Строгановская летопись по списку Спасского // Сибирские летописи. Издание Императорской археографической комиссии. – С. 40–41.
16. Ремезовская летопись по Мировичеву списку // Сибирские летописи. Издание Императорской археографической комиссии. – С. 333–334.
17. Там же. – С. 336.

18. Есиповская летопись по Абрамовскому списку. – С. 243; Есиповская летопись по списку Ундольского. – С. 188.
19. Строгановская летопись по списку Спасского. – С. 6, 9.
20. Строгановская летопись по Толстовскому списку // Сибирские летописи. Издание Императорской археографической комиссии. – С. 54; Строгановская летопись по Афанасьевскому списку (в сокращении) // Сибирские летописи. Издание Императорской археографической комиссии. – С. 97.
21. Строгановская летопись по Толстовскому списку. – С. 54
22. Ремезовская летопись по Мировичеву списку. – С. 321.
23. Строгановская летопись по Толстовскому списку. – С. 57.
24. Там же. – С. 61.
25. Строгановская летопись по Толстовскому списку. – С. 61, 65; Есиповская летопись по Сычевскому списку (в сокращении). – С. 126; Есиповская летопись по списку Ундольского. – С. 195–196; Есиповская летопись по Абрамовскому списку. – С. 244; Есиповская летопись по Румянцовскому списку. – С. 263; Есиповская летопись по Безуновскому списку // Сибирские летописи. Издание Императорской археографической комиссии. – С. 298.
26. Описание Сибири по списку императорской публичной библиотеки // Сибирские летописи. Издание Императорской археографической комиссии. – С. 378–379.
27. Титов А. Сибирь в XVII веке. – М.: Типография Л. и А. Снегиревых, 1890. – С. 73–74.

Е.А. Максимов

ОТКРЫТИЕ И ПЕРВЫЙ ДЕНЬ РАБОТЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ДУМЫ В РОССИИ – 27 АПРЕЛЯ 1906 ГОДА

В июне 2012 года в нашем календаре появилась новая памятная дата: 27 апреля – День российского парламентаризма. Она является днем начала работы Государственной Думы – первого в отечественной истории центрального выборного демократического института, открывшегося в 1906 году и заложившего основы современного парламентаризма. Ее введение призвано привлечь внимание населения к деятельности Федерального Собрания Российской Федерации, а также законодательных органов государственной власти субъектов Российской Федерации [1].

26 апреля 2013 года спикер Государственной Думы РФ С.Е. Нарышкин в стенах собрания выступил с речью: «Уважаемые коллеги! Завтра, 27 апреля, впервые в своей истории наша страна будет отмечать День российского парламентаризма. Прошло ни много ни мало 107 лет, чтобы эта дата стала признана официально, а не продолжала замалчиваться, как якобы малозначащий для нашей истории факт. Между тем, создание парламента в любой стране является фундаментальным историческим событием. И почти всегда граница лежит между двумя эпохами: той, где власть отделена от народа, и той, где воля народа, выраженная его представителями, обретает силу закона, становясь государственными решениями.

Россия подошла к этому лишь в начале XX века – в отличие от других европейских стран, где парламентаризм развивался уже столетия. Несмотря на известное отрицательное отношение царя Николая II и его советников к институту парламента как институту государственной власти, они не смогли дальше игнорировать мнение народа, запросы общества и пошли на учреждение Государственной Думы.

По сути, Государственная Дума стала первым в истории России полноценным демократическим институтом. И стала действительно парламентом, в котором впервые начали открыто рассматриваться, обсуждаться и приниматься законы. И пусть на тот момент выборы еще не были в полном смысле всеобщими, равными и прямыми – тогда в России прошла первая общенациональная избирательная кампания» [2].

Речь спикера была насыщена историческими примерами о роли и значении Думы в развитии российской государственности начала XX века. В ее основе – убеждение о преемственном характере думской практики на современном этапе народовластия в России, определение Думы как неотъемлемой части общественно-политической системы в стране, без которой невозможен конструктивный диалог общества и власти, решение стоящих перед страной задач, реализация намеченных государственных проектов. Ее полный текст приведен в приложении к данной статье [Приложение 1].

Для большинства из нас, жителей провинциальной России, День депутата, как можно условно назвать новый праздник, прошел как обычно. Однако что же происходило в Санкт-Петербурге сто семь лет назад, в день открытия Думы 27 апреля 1906 года?

По свидетельству современников, день выдался солнечным и теплым. С вечера город украсили флаги, на центральных улицах – иллюминация, в продаже – национальная

символика. Депутат I Думы Н.А. Огородников, выбранный от кадетской партии, вспоминал об атмосфере, царящей в городе: «Сияло на безоблачном голубом небе солнце, пьянил душу прозрачный, напоенный светом и теплом воздух, и позабывшая, казалось, все гнетущее толпа шумно наполняла улицы и площади столицы. Ни облачка на небе, ни тени сомнения и усталости в душе, ни малейшего следа пережитых страданий в ликующем народе... Полное забвение всего тяжелого, прошлого, безотчетное упоение ожиданием близкого неизбежного возрождения к новой, красивой жизни под сенью права и свободы» [3]. «...в туманном сыром Петербурге изредка бывают ранней весной прелестные солнечные дни. У меня в памяти более не сохранились, однако, воспоминания, чтобы где-либо или когда-нибудь еще я переживал это удивительное чувство гармонии между впечатлениями пронизанного насквозь золотыми лучами животворящего солнца, ликующего весеннего дня и внутренними радостными переживаниями бодрости и веры в свои силы и в великое значение предстоявшей в Государственной Думе работы, глубокий смысл которой уходил далеко за пределы самого выполнения ее» [4].

Заседания парламента должны были проходить в Таврическом дворце Санкт-Петербурга. Накануне в Зимнем дворце, куда заранее прибыли депутаты и члены обновленного Государственного Совета, в два часа дня была назначена торжественная церемония высочайшего выхода царя к народу. Отдельные детали этого события описала историк И. Хмельницкая [5].

В то время как народные избранники собирались в Зимнем дворце, императорская чета вместе с великим князем Михаилом Александровичем посетила Петропавловский собор, «поклонившись усыпальнице Императорского дома и праху державных предков» [6].

Основные участники церемонии – депутаты Думы и члены Государственного Совета – разместились по обеим сторонам залов дворца. Часть депутатов – в Николаевском зале, сенаторы – в зале Эрмитажного павильона; в Тронном (Георгиевском) зале, где планировалось выступление Николая II с приветственной речью, представители Думы – по левую сторону от трона, члены Совета – справа. На торжествах присутствовали журналисты (22 человека представили провинцию, 15 – Санкт-Петербург, 6 – Москву), находясь в Георгиевском зале на хорах [7]. По мнению ряда государственных деятелей того периода, это было исключительное событие в истории придворного этикета с участием лиц, которые ранее ни при каких обстоятельствах не могли быть приняты во дворе. Неслучайно С.Ю. Витте впоследствии определил его как «первый и единственный выход государя к представителям народа» [8].

Крупный петербургский журналист и издатель Алексей Суворин обратил внимание на возраст присутствующих: «Седых очень мало. Мало и лысых. Большею частью средний возраст 30, 35–40 лет» [9].

Н.А. Огородников также присутствовал во дворце. Он обратил внимание на большое количество крестьянских депутатов «в малорусских свитках и в русском национальном платье», наличие выборных от православного и католического духовенства [10]; многие из стоящих рядом с ним людей, по его указанию, ранее неоднократно преследовались царской администрацией, например, черниговский депутат А.А. Муханов, лишенный должности губернского предводителя и мундира камер-юнкера из-за отправки государю телеграммы о необходимости созыва Государственной Думы, петербургский депутат, преподаватель, ученый В.Д. Набоков, который в 1904 году за участие в освободительном движении был снят с поста профессора уголовного права в училище правоведения, тверской депутат И.И. Петрункевич, впоследствии председатель думской фракции

кадетской партии, – от него Н.А. Огородников узнал, что 30 лет назад в этот же день он был отправлен в ссылку в Варнавин Костромской губернии [11].

Высочайший выход императора в Георгиевский зал дворца начался вовремя и продолжался примерно полтора часа. Доносящиеся звуки гимна, а также стук церемониймейстерского жезла давали знать о приближении императора. Вынос регалий, государственной печати, знамени, меча, державы, скипетра и короны предварял его выход к народу. Николай II был в сопровождении министра императорского двора барона В.Б. Фредерикса и трех членов свиты, за которыми следовали императрицы Мария Федоровна и Александра Федоровна, отдельные представители царской фамилии [12].

Прием предполагал одностороннее обращение императора. «Грудная и сложная работа предстоит вам, – заявил он. – Верю, что любовь к Родине, горячее желание послужить ей воодушевят и сплотят вас. Я же буду охранять непоколебимые установления, мною дарованные, с твердою уверенностью, что вы отдадите все свои силы на самоотверженное служение Отечеству для выяснения нужд столь близкого моему сердцу крестьянства, просвещения народа и развития его благосостояния, памятуя, что для духовного величия и благоденствия государства необходима не одна свобода, необходим порядок на основе права. Да исполнятся горячие мои желания видеть народ мой счастливым и передать сыну моему в наследие государство крепкое, благоустроенное и просвещенное» [13, Приложение 2].

Из данного отрывка становится ясным: главными задачами работы Думы Николай II ставил решение социальных проблем, разработку аграрного вопроса, изменение и усовершенствование действующего законодательства. Это подтверждается его многочисленными встречами с представителями рабочих, крестьян, дворянства накануне открытия Думы в 1905–1906 гг.

20 июня 1905 года в ответ на адрес от группы дворян города Курска император сказал: «...передайте мой привет курскому дворянству... Я вполне сознаю ту пользу, которую может принести в будущем законосовещательном учреждении присутствие двух основных земельных сословий – дворянства и крестьянства, которые искони делили радость и горе со своими царями» [14].

24 ноября 1905 года во время приема тульского земства Николай II произнес: «Знаю, что нужда крестьянская велика. Помочь ей – моя постоянная забота» [15].

18 января 1906 года, на встрече с группой крестьян Щигровского уезда Курской губернии, он обратился к ним со словами: «В моих заботах о вас я не забуду крестьян, ваши нужды мне дороги, и я об них буду заботиться постоянно, так же, как об них заботился мой покойный отец. Созывается Государственная Дума и совместно со мною она обсудит, как это лучше решить. (...) Я вам помогу, но... помните всегда, что право собственности свято и должно быть неприкосновенно» [16].

Неслучайно с 22 апреля по 8 июля 1906 года пост премьер-министра занимал И.Л. Горемыкин, считавшийся в правительственных кругах знатоком крестьянского вопроса. Впоследствии его сменил П.А. Столыпин – сторонник более активных мер в аграрной сфере.

По окончании церемонии депутаты и гости, выйдя из дворца на улицы города, на набережную Невы, вновь ощутили царящую в городе атмосферу праздника: «воздух огласился радостными кликами в честь Государственной думы окружавшего дворец и толпившегося по обоим берегам Невы народа. Это были первые приветствия народа не отдельным избранникам, ... но Думе в целом»; «хотелось идти пешком и ближе слиться с

этой возбужденной толпой... до Таврического дворца было не близко, а необходимо было туда спешить. Тут же, против Зимнего дворца, депутаты садились на небольшие финляндские пароходики. Широкая полноводная Нева чудесно сверкала и переливалась своими серебристыми в полуденном освещении волнами и казалась такой могучей и свободной в сковавшем ее граните. С обоих берегов за пароходиками все время несло несмолкаемое «ура». Взрывы мощного привета усиливались при приближении пароходиков к переполненным народом мостам через Неву, с которых депутатам махали шляпами, платками» [17].

Первое заседание Думы началось в пять часов дня. К этому времени большинство депутатов успело собраться в Таврическом дворце. По поручению императора ее открыл тогда вице-председатель Государственного Совета, статс-секретарь, действительный тайный советник Эдуард Васильевич Фриш (1833–1907). С думской трибуны он произнес: «По высочайшему его императорского величества указу возложено на меня открытие Государственной Думы, первое заседание которой должно быть посвящено избранию председателя... я счастлив, что... мне предоставлена высокая честь приветствовать вас, ... избранных русского народа, созданных монархом для предстоящих вам важных и ответственных трудов на поприще совершенствования и обновления нашего законодательства. (...) Вам, призванным к широкому участию в законодательной деятельности, выпала счастливая доля работать при полном свете публичности и гласности, при полной свободе слова. Каждый шаг, вами сделанный по новому пути, каждая высказанная в ваших собраниях мысль немедленно делается достоянием всего народа, который при помощи печати будет зорко следить за всеми действиями и начинаниями вашими» [18].

По свидетельству Н.А. Огородникова, «все депутатские места были заняты. Лица у всех взволнованные и сосредоточенные. Ложи министров, Государственного совета и прессы полны. Хоры переполнены самой избранной публикой. В дипломатической ложе обращал на себя общее внимание японский посланник, который выдвинулся за барьер и замер в таком положении, стараясь услышать каждое сказанное внизу слово» [19].

Затем депутаты выслушали и подписали присягу о добросовестном исполнении своих обязанностей, после приступили к выборам председателя. Процедура избрания носила особый характер. Сначала депутаты заполнили специальные избирательные записки с выдвижением своих кандидатов. Из 436-ти записок за кандидатуру С.А. Муромцева подано 426 голосов, за С.Т. Варун-Секрет – три голоса, за остальных: А.Ф. Аладьина, Ш.Х. Левина, М.М. Ковалевского, И.О. Шилихина, В.Д. Кузьмина-Караваева, И.И. Петрункевича – по одному голосу. Одна из записок признана недействительной [20].

Большинство кандидатов, понимая единодушие Думы в отношении С.А. Муромцева, отказалось от дальнейшей баллотировки.

«*Статс-секретарь Фриш:* Обращаюсь к Государственной Думе с вопросом: угодно ли будет признать достаточным подачу записок для выражения мнения всех присутствующих?»

Голоса. Просим.

Статс-секретарь Фриш: Единогласно?

Голоса. Единогласно.

Статс-секретарь Фриш: Угодно ли изъявляющим желание считать избрание С.А. Муромцева единогласным, – встать?

Все встают.

Статс-секретарь Фриш: По-видимому, все без исключения встали и, следовательно, собрание единогласно признало ненужным дальнейшую баллотировку» [21].

Так в деталях стенограмма заседания Думы от 27 апреля 1906 года описывает процесс избрания первого спикера. Им стал крупный ученый, юрист, доктор права, представитель кадетской партии Сергей Андреевич Муромцев (1850 – 1910).

Заняв место председателя, С.А. Муромцев предоставил слово депутату И.И. Петрункевичу, который, по убеждению многих думцев отразил настроение собравшихся словами о необходимости поставить первым «рабочим» вопросом Думы вопрос об амнистии политических заключенных, а также выразил общую надежду, что он будет поднят в ответном адресе на тронную речь императора [22].

Затем слово взял С.А. Муромцев. После традиционного приветствия он обратился с просьбой высказаться по вопросу о регламенте начала заседаний Думы.

«Я прошу высказаться по вопросу, в котором часу удобнее назначать заседания Думы.

Голоса. В час дня.

Голоса. В одиннадцать часов.

Голоса. В десять часов.

Председатель. Сделано три предложения. Я ставлю этот вопрос по отношению к первым заседаниям Думы, затем опыт покажет, какой час удобен. (...) Впредь до изменения, на первые дни, сделано три предложения: открывать заседания Думы в 10 часов, другое – в 11 часов, и третье – в час дня. Я поставлю предложения на баллотировку... (...) Я буду просить лиц, которые высказываются против предложения – встать. Баллотировуется предложение относительно назначения заседаний в час дня. (...) По моему впечатлению, громадное большинство встало. Прошу сесть. Для проверки этого голосования, я прошу встать тех лиц, которые сидели. – Очевидное меньшинство. – Это предложение не принято. Баллотировуется предложение о назначении заседаний в 11 часов. Кто принимает это предложение – тот сидит, кто против... – встает. – Встало видимое меньшинство. – Я считаю это предложение принятым и полагаю, что следующее баллотироваться не должно. Большинство Думы высказалось за 11 часов. Таким образом, если не встретится каких-либо неожиданных препятствий, ближайшее заседание Государственной Думы назначается на субботу, в 11 часов утра. Предметом занятий, прежде всего, будут выборы остальных должностных лиц. Объявляю заседание закрытым» (*аплодисменты*) [23].

Итак, первое заседание Думы было коротким и продолжалось чуть более часа. Оно носило организационный, процессуальный характер, являясь необходимым стартом для дальнейшего развития народовластия в России.

подавляющая часть общества приветствовала открытие Думы. Однако кроме восторженных оценок на страницах центральной и провинциальной печати периода мы находим позиции, направленные на объективный анализ происходящего. Одно из столичных изданий отметило: «Государственная Дума сама по себе еще не дает людям счастья, но это именно та историческая столбовая дорога, по которой народ, без опасения попасть в болото, может добраться до чего-нибудь толкового, осмысленного. Ничего не значит, что это монументальное, величественное, государственное здание у нас еще только вчера, и много еще придется русскому народу затратить труда, энергии для того, чтобы завершить его... История никогда ничего сразу не делает. И прежде чем создать что-нибудь художественное, величественное и вполне законченное, ей приходится много

поработать и затратить не только много времени, труда, но и массу драгоценного человеческого материала» [24].

«Для того чтоб Государственная Дума была не только выразительницей народных нужд, а приобрела силу воплощать все это в жизнь, она неизбежно еще должна будет пройти сквозь горнило изменений, дополнений и вообще совершенствования. (...) С открытием Государственной Думы народ ...получил уверенность, что его насущные жизненные потребности будут удовлетворены. И хотя /она/ пока еще ни одним актом не доказала, что эта уверенность имеет реальную почву, но тем не менее в силу хода вещей Дума ... должна превратиться в действительную исполнительницу народной воли и стать настоящим конституционным органом, /как/ в Англии, Бельгии, Северо-Американских Соединенных Штатах, Франции, Германии и прочих» [25].

Вместе с тем были высказаны опасения, что такая Дума, – в том виде, как ее функции прописывает закон, – нежизнеспособна и бесперспективна, «...права и обязанности Государственной Думы определены в законе очень ограниченно. Думе предоставлен только законосовещательный голос: это значит, что ее влияние на ход законодательства ...недостаточное. Мы... знаем по опыту, к чему приводят ограничения в правах населения или его выборных при решении дел. (...) ...земское собрание или городская Дума сделает постановление, которое они признают очень важным для выгод населения, но губернатор остановит это постановление, ...соберется несколько чиновников и отменят то, что составляет желание представителей всего населения и дело затягивается.

В том же роде будет дело и в Думе. (...) Дума подаст свой совет, выскажет свое мнение, а вопрос будет решен иначе, как министры представят Государю. (...) При таком порядке все дело законодательства остается по-прежнему в руках чиновников... (...) Государственная Дума... может только при исполнении очень сложных условий запросить у министра разъяснения, а министр может ... не давать желательного разъяснения /или/ ... совсем отказать в нем. ... по ... условиям, в которые она поставлена – учреждение Думы не может быть признано соответствующим запросам времени и ...цели, какую ему ставит закон: оно не создает представительства всей земли, оно не дает выборным «деятельного» участия в законодательстве» [26].

С 1906 года выходит масса разнообразных справочников и прочих публикаций, отражающих историю работы, структуру и особенности функционирования Думы, на их страницах мы находим подробные биографии депутатов, их фотоснимки, анализ и описание деятельности учреждения за отдельный период и т.д. [27]. Кроме того, Дума сама ведет активную издательскую деятельность. С 1906 года в сотрудничестве с думской канцелярией при Государственной типографии Санкт-Петербурга выходят стенографические отчеты думских сессий, содержание которых позволяет проследить масштаб работы Думы, особенности ее функционирования. Все это составляет огромный пласт исторических источников, необходимых для объективного изучения законодательной практики Государственной Думы царской России, создает почву для развития опыта современного парламентаризма.

Литература

1. Установлена новая памятная дата – День российского парламентаризма // URL: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kremlin.ru/news/15779> (дата обращения: 25.05.13). – Загл. с экрана. Добавим, что в декабре 2013 года страна отметит 20-летие выборов в Государственную Думу РФ.

2. Федеральное Собрание Российской Федерации. Государственная Дума. Официальный сайт. Выступление Председателя Государственной Думы С.Е. Нарышкина на пленарном заседании Государственной Думы 26 апреля 2013 года // URL: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.duma.gov.ru/news/274/290015/> (дата обращения: 25.05.13). – Загл. с экрана.
3. Огородников Н.А. Первый день // Выборы в I–IV Государственные думы Российской империи. Воспоминания современников. Материалы и документы / Сост. И.Б. Борисов, Ю.А. Веденеев и др. / под общ. ред. А.В. Иванченко. – М., 2008. – С. 129.
4. Огородников Н.А. Указ. соч. – С. 128–129.
5. Хмельницкая И. «День незабываемый и полный очарования»... День открытия Первой Государственной Думы // Родина. – 2006. – № 8. – С. 14–16.
6. На память о великом празднике земли Русской – открытии Государственной Думы. – М., 1906. – С. 1. Цит. по.: Хмельницкая И. Указ. соч. – С. 15.
7. Хмельницкая И. Указ. соч. – С. 14, 15.
8. Витте С.Ю. Воспоминания. – М., 1960. Т. 3. – С. 360. Цит. по.: Хмельницкая И. Указ. соч. – С. 14.
9. Новое время. 28 апреля 1906 года. – С. 3. Цит. по.: Хмельницкая И. Указ. соч. – С. 15.
10. Огородников Н.А. Указ. соч. – С. 129, 130.
11. Там же.
12. Хмельницкая И. Указ. соч. – С. 15.
13. Тронная речь при открытии Государственной Думы 27 апреля 1906 года // Полное собрание речей императора Николая II. 1894–1906 (по данным «Правительственного вестника»). – СПб., 1906. – С. 74–75.
14. Полное собрание речей императора Николая II... – С. 58.
15. Там же. – С. 62.
16. Там же. – С. 70.
17. Огородников Н.А. Указ. соч. – С. 131, 132.
18. Заседание первое. 27 апреля 1906 года. // Россия. Государственная Дума. Сессия (1), 1906 г. Стенографические отчеты. Том 1. Заседания 1–18 (с 27 апреля по 30 мая). – СПб., 1906. – С. 1.
19. Огородников Н.А. Указ. соч. – С. 133.
20. Россия. Государственная Дума. – С. 2.
21. Там же. – С. 3.
22. Там же. – С. 3; Огородников Н.А. Указ. соч. – С. 133, 136.
23. Россия. Государственная Дума. С. 3–4.
24. Первая российская государственная Дума / Под ред. Н. Пружанского. – СПб., 1906. – С. 3.
25. Там же. – С. 23.
26. Якушкин В.Е. Государственная Дума. – Ростов-на-Дону, 1905. – С. 13, 14, 15.
27. См. напр.: Герье В.И. Первая русская Государственная Дума. Политические воззрения и тактика ее членов. – М., 1906; Он же. Вторая Государственная Дума. – М., 1907; Скворцов А.И. Аграрный вопрос и Государственная Дума. – СПб., 1906; Спутник избирателя на 1906 год. – СПб., 1906; Локоть Т.В. Политические партии и группы в Государственной Думе. – М., 1907; Члены Государственной Думы (Портреты и биографии). Второй созыв (1907–1912) / Сост. М.М. Бойович. – СПб., 1907; Первый год жизни четвер-

той Государственной Думы. – СПб., 1913. и т.д. См. также.: Бруснянин В.В. Указатель книг и статей о Государственной Думе. – М., 1913.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Выступление Председателя Государственной Думы С.Е. Нарышкина на пленарном заседании Государственной Думы 26 апреля 2013 года

«Уважаемые коллеги!

Завтра, 27 апреля, впервые в своей истории наша страна будет отмечать День российского парламентаризма. Прошло ни много ни мало 107 лет, чтобы эта дата стала признана официально, а не продолжала замалчиваться, как якобы малозначачий для нашей истории факт.

Между тем, создание парламента в любой стране является фундаментальным историческим событием. И почти всегда граница лежит между двумя эпохами: той, где власть отделена от народа, и той, где воля народа, выраженная его представителями, обретает силу закона, становясь государственными решениями.

Россия подошла к этому лишь в начале XX века – в отличие от других европейских стран, где парламентаризм развивался уже столетия. Несмотря на известное отрицательное отношение царя Николая II и его советников к институту парламента как институту государственной власти, они не смогли дальше игнорировать мнение народа, запросы общества и пошли на учреждение Государственной Думы.

По сути, Государственная Дума стала первым в истории России полноценным демократическим институтом. И стала действительно парламентом, в котором впервые начали открыто рассматриваться, обсуждаться и приниматься законы. И пусть на тот момент выборы еще не были в полном смысле всеобщими, равными и прямыми – тогда в России прошла первая общенациональная избирательная кампания.

Между тем, и все последующие 11 лет царизм не мог смириться с фактом существования парламента. Два из четырех созывов Государственной Думы были распущены досрочно. А работа еще одного прервалась в дни Февральской революции.

Известно, что хроника первого отечественного парламента была настоящей драмой и ареной острой политической борьбы. Борьбы старого и нового. И это была первая попытка создать во власти систему сдержек и противовесов. Добиться разделения властей, способного гарантировать страну от всевластия одного лица.

В феврале 1917 года (после отречения Николая II от престола) Государственная Дума оказалась единственным бесспорно легитимным институтом власти, от имени которого, собственно, и было сформировано Временное правительство. А Россия – могла опереться на право, а не только на силу. Но, к сожалению, это была последняя «услуга», которую дореволюционная Дума оказала своей стране.

При этом она успела показать, что даже самые острые конфликты возможно ввести в рамки нормального политического процесса. И, напротив – нежелание обсуждать в парламенте самые важные вопросы, которые интересуют и волнуют общество, может иметь самые губительные последствия.

20 лет назад слова «Государственная Дума» вошли в нашу речь и в нашу жизнь снова. Нынешнее Федеральное Собрание является (пусть и не в формальном смысле, но в по-

литическом смысле) преемником и той Государственной Думы, и того Государственного Совета.

Принятие Конституции и становление современного российского парламента – это фундаментальные исторические достижения. И в них внесли вклад различные политические силы и конечно, многие миллионы граждан – избиратели и участники всенародного голосования по проекту Конституции. В первую очередь – именно они.

Вся хроника отечественного парламентаризма – это крайне значимая и поучительная часть нашей истории. И появление в календаре памятных дат Дня российского парламентаризма – это не только символическое, но и практически важное решение.

Уважаемые коллеги!

Парламент в России появился больше века назад. Это могло произойти раньше, могло произойти позже. Но лишь только он возник – сразу стал центром политической жизни. Да, конечно, ту, еще молодую Государственную Думу можно было распустить, можно было на продолжительное время приостановить ее заседания. Но уничтожить – было невозможно. За одним исключением – если вместе с ней не разрушить страну и всю нашу общественно-политическую систему. И это стоит ясно помнить, и помнить даже сегодня.

Ведь для ряда политических сил вновь соблазнительно перевести свои разногласия с парламентскими партиями и с Государственной Думой в целом – в броские лозунги роспуска Государственной Думы и немедленных перевыборов. Мы слышали такие призывы. Однако все ли их авторы и сторонники до конца отдают себе отчет в том, что они призывают пожертвовать соблюдением Конституции?

Разрушить – не значит сделать лучше. И в наши дни атака на парламент как политический институт – это атака, по сути, на возможность ведения общественного диалога, на возможность конституционного и демократического развития страны. Ведь именно такие нападки не раз открывали дорогу силовому, вооруженному проти-востоянию. И отдельные трагические страницы истории парламентаризма (не только отечественного) – должны стать предостережением всем современным и будущим политикам.

Добавлю сегодня и такую деталь. Первому созыву Государственной Думы был посвящен гимн, который назывался «Избранникам русского народа». Я хотел бы сделать небольшой подарок всем депутатам Государственной Думы – диск с записью этого произведения в исполнении детского хора музыкальной школы Санкт-Петербургской консерватории. Но, думаю, будет символично, если нам удастся записать его вновь, к примеру, в исполнении такого мастера, как наш уважаемый коллега И.Д. Кобзон.

Музыку к тому гимну написал известный русский композитор Глазунов, и там есть такие строки, обращенные к депутатам первой Государственной Думы (я зачитаю):

«Долг священный, долг высокий
шлет вас родина свершить.
Путь широкий обновленья –
ей открыть и освятить».

Конечно, сегодня такие слова могут показаться несколько наивными. Но и большинство первых депутатов первой Государственной Думы были романтиками. Они были готовы самоотверженно служить и своему Отечеству, и своему народу. И некоторые из них за свои убеждения заплатили жизнью. Но в начале пути они еще плохо понимали все трудности предстоящей работы. И только потом – осознали, что мало победить на выборах.

Надо до конца овладеть этим тонким и сложным искусством парламентской деятельности.

И завершая, я хотел бы подчеркнуть, что для нас, депутатов современной Думы, помнить о своих предшественниках – это еще и моральный долг. И я хотел бы еще раз поблагодарить депутатов всех четырех парламентских фракций за единодушную поддержку законопроекта, который стал законом и который утвердил эту памятную дату. Я поздравляю вас с наступающим Днем российского парламентаризма!».

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Тронная речь императора Николая II при открытии Государственной Думы 27 апреля 1906 года

«Всевышним Промыслом врученное Мне попечение о благе Отечества побудило меня призвать к содействию в законодательной работе выборных от народа.

С пламенной верой в светлое будущее России Я приветствую в лице вашем тех лучших людей, которых Я повелел возлюбленным Моим подданным выбрать от себя.

Трудная и сложная работа предстоит вам. Верю, что любовь к Родине, горячее желание послужить ей воодушевят и сплотят вас.

Я же буду охранять непоколебимые установления, Мною дарованные, с твердою уверенностью, что вы отдадите все свои силы на самоотверженное служение Отечеству для выяснения нужд столь близкого Моему сердцу крестьянства (*при этом, в первую очередь император упоминает крестьян. – Е.М.*), просвещения народа и развития его благосостояния, памятуя, что для духовного величия и благоденствия Государства необходима не одна свобода, необходим порядок на основе права.

Да исполнятся горячие Мои желания видеть народ Мой счастливым и передать Сыну Моему в наследие Государство крепкое, благоустроенное и просвещенное.

Господь да благословит труды, предстоящие Мне в единении с Государственным Советом и Государственною Думою, и да знаменуется день сей отныне днем обновления нравственного облика Земли Русской, днем возрождения ее лучших сил.

Приступите с благоговением к работе, на которую Я вас призвал, и оправдайте достойно доверие Царя и народа.

Бог в помощь Мне и вам».

В.Д. Пузанов

**«МЫ ВРАГА НА РУССКУЮ ЗЕМЛЮ НЕ ПУСТИЛИ»:
МАРШАЛ К.К. РОКОССОВСКИЙ О ПОДВИГЕ
РУССКОЙ ИМПЕРАТОРСКОЙ АРМИИ
В ПЕРВОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЕ**

В начале октября 1941 г. Западный фронт (командующий генерал-полковник И.С. Конев) понес тяжелое поражение от немцев, которые начали решающее наступление на Москву. 5 октября генерал К.К. Рокоссовский – командующий 16-ой армией Западного фронта – получил приказ прибыть на следующий день в Вязьму и организовать контрудар. Однако когда 6 октября К. К. Рокоссовский прибыл в город, то выяснилось, что войск для контрудара в Вязьме нет. В город ворвались танки вермахта. Пришлось отступать на восток.

Через много лет, работая над воспоминаниями о войне, К.К. Рокоссовский приводит запомнившийся ему во время этого тяжелого отступления разговор:

«В деревушке – не помню, право, названия – расположились на кратковременный отдых...

– Товарищ командир, что же вы делаете!..

Я повернулся и присмотрелся. На кровати лежал седобородый старик. Оказалось, отец хозяйки.

Пронзительно уставившись на меня, он говорил голосом, полным горечи и боли:

– Товарищ командир... сами вы уходите, а нас бросаете. Нас оставляете врагу, ведь мы для Красной Армии отдавали все, и последнюю рубашку не пожалели бы. *Я старый солдат, воевал с немцами. Мы врага на русскую землю не пустили. Что же вы делаете?..*

Эти слова помню и по сей день. Я ощутил их как пощечину, да и все присутствовавшие были удручены.

Конечно, мы попытались разъяснить, что неудачи временные, что вернемся обратно. Но, откровенно говоря, не осталось уверенности, что успокоили старого солдата, дважды раненного в первую мировую войну и теперь прикованного к постели. При расставании он сказал:

– Если бы не эта проклятая болезнь, ушел бы защищать Россию.

Снова в пути. Шагаю, а из головы никак не выходит эта изба, обреченная на бедствия семья, старый колхозник. *Упрек его справедлив...»*

Таким образом, К.К. Рокоссовский прямо отметил, что согласен с такой оценкой событий войны ветераном русской императорской армии. Почему маршал К.К. Рокоссовский спустя много лет после войны, вспоминая события 1941 г. из многих тысяч встреч и бесед, которые были у него, командира корпуса, затем армии в этом тяжелом для России году вспомнил именно эту встречу и слова старого русского солдата?

К.К. Рокоссовский, как и этот старый крестьянин, был солдатом русской армии в Первую мировую войну. После начала войны 2 августа 1914 г. вступил добровольцем в 5-й Каргопольский драгунский полк, храбро сражался во многих битвах, стал георгиевским кавалером.

В 1917 г., когда в России началась братоубийственная гражданская война и русская армия раскололась на белых и красных, унтер-офицер К.К. Рокоссовский вступил в Красную армию, где сделал блестящую карьеру командира эскадрона, полка, дивизии, корпуса, армии.

В СССР Первая мировая война была объявлена «империалистической», считалось, что ее участникам нечем гордиться своими подвигами и наградами. Характерно, что и Вторая мировая война, до нападения нацистской Германии на нашу страну, в СССР официально называлась «второй империалистической войной».

Но в 1941 г. и позднее события Первой мировой войны воспринимались К.К. Рокоссовским, как и многими другими, родившимися в Российской империи, уже иначе. В 1914–1918 гг. и в 1941–1945 гг. Россия сражалась с тем же самым противником Германии, даже ее главные союзники были те же – Англия, Франция, США. Большевики с таким трудом выводили Россию из первой Антанты, только чтобы через 20 лет войти во второе издание этого союза. Против геополитических интересов идти было трудно даже большевикам.

В августе 1968 г. за день до смерти К.К. Рокоссовский подписал в набор книгу воспоминаний под названием «Солдатский долг», где маршал отдал долг памяти и чести старому русскому солдату и всем товарищам по оружию времен Первой мировой войны и Великой Отечественной войны.

Рукопись воспоминаний маршала К.К. Рокоссовского о Великой Отечественной войне «Солдатский долг» подверглась значительным и важным изъятиям советской цензурой, как и воспоминания многих других полководцев Победы. Только после объявления в СССР гласности эти купюры были восстановлены. Теперь мы знаем, что быстрое продвижение по службе в Красной армии не сказалось на объективности К.К. Рокоссовского при анализе русской военной истории.

В результате, мы можем прочитать сравнительный анализ деятельности русского командования 1914 г. и 1941 г. от блестящего стратега маршала К.К. Рокоссовского, который участвовал и в Первой мировой войне и в Великой Отечественной войне.

В июле 1941 г. назначенный командующим армией генерал К.К. Рокоссовский прибыл в Киев, «...утром представился командующему фронтом генерал-полковнику М.П. Кирпоносу. Меня крайне удивила его резко бросающаяся в глаза растерянность...

Правда, он пытался решать и более важные вопросы. Так, несколько раз по телефону отдавал распоряжения штабу о передаче приказаний кому-то о решительных контр-ударах. Но все это звучало неуверенно, суетливо, необстоятельно. Приказывая бросать в бой то одну, то две дивизии, командующий даже не интересовался, могут ли названные соединения контратаковать, не объяснял конкретной цели их использования. Создавалось впечатление, что он или не знает обстановки, или не хочет ее знать.

В эти минуты я окончательно пришел к выводу, что не по плечу этому человеку столь объемные, сложные и ответственные обязанности, и горе войскам, ему вверенным. С таким настроением я покинул штаб Юго-Западного фронта, направляясь в Москву. Предварительно узнал о том, что на Западном фронте сложилась тоже весьма тяжелая обстановка: немцы подходят к Смоленску. Зная командующего Западным фронтом генерала Д.Г. Павлова еще задолго до начала войны (в 1930 г. он был командиром полка в дивизии, которой я командовал), мог заранее сделать вывод, что он пара Кирпоносу, если даже не слабее его...

В дороге невольно стал думать о том, что же произошло, что мы потерпели такое тяжелое поражение в начальный период войны.

Конечно, можно было предположить, что противник, упредивший нас в сосредоточении и развертывании у границ своих главных сил, потеснит на какое-то расстояние наши войска прикрытия. Но где-то, в глубине, по реальным расчетам Генерального штаба, должны успеть развернуться наши главные силы. Им надлежало организованно встретить врага и нанести ему контрудар. Почему же этого не произошло?..

Приходилось слышать и читать во многих трудах военного характера, издаваемых у нас в послеоктябрьский период, острую критику русского генералитета, в том числе и русского Генерального штаба, обвинявшегося в тупоумии, бездарности, самодурстве и пр. Но, вспоминая начало первой мировой войны и изучая план русского Генерального штаба, составленный до ее начала, я убедился в обратном.

Тот план был составлен именно с учетом всех реальных особенностей, могущих оказать то или иное влияние на сроки готовности, сосредоточения и развертывания главных сил. Им предусматривались сравнительные возможности России и Германии быстро отомобилизоваться и сосредоточить на границе свои главные силы. Из этого исходили при определении рубежа развертывания и его удаления от границы. В соответствии с этим определялись также силы и состав войск прикрытия развертывания. По тем временам рубежом развертывания являлся преимущественно рубеж приграничных крепостей. Вот такой план мне был понятен.

Какой же план разработал и представил правительству наш Генеральный штаб? Да и имелся ли он вообще? ...

Вспомнилась окружная полевая поездка в июне 1941 года, то есть накануне войны, и беседы со многими товарищами, которые здраво оценивали положение, создавшееся к тому времени. Мы сходились во мнении, что немцы развязали себе руки на западе, готовы к использованию своего преимущества для нападения на СССР. Но неужели это не чувствовали военные руководители центрального и окружного масштаба? Ну, допустим, Генеральный штаб не успел составить реальный план на начальный период войны в случае нападения фашистской Германии. Чем же тогда объяснить такую преступную беспечность, допущенную командованием округа (округами пограничными)? Из тех наблюдений, которые я вынес за период службы в КОВО и которые подтвердились в первые дни войны, уже тогда пришел к выводу, что ничего не было сделано местным командованием в пределах его прав и возможностей, чтобы достойно встретить врага.

То, что произошло 22 июня, не предусматривалось никакими планами, поэтому войска были захвачены врасплох в полном смысле этого слова. Потеря связи штаба округа с войсками усугубила тяжелое положение.

Совершенно иначе протекали бы события, если бы командование округа оказалось на высоте положения и предпринимало своевременно соответствующие меры в пределах своих полномочий, проявляя к этому еще и собственную инициативу, а также смелость взять на себя ответственность за проведение мероприятий, диктуемых создавшейся у границы обстановкой. А этого сделано не было. Все ожидали указаний свыше...

Я уже упоминал выше о тех распоряжениях, которые отдавались командующим фронтом М.П. Кирпоносом в моем присутствии и которые сводились к тому, что под удары организованно наступающих крупных сил врага подбрасывались по одной-две дивизии. К чему это приводило? Ответ может быть один – к истреблению наших сил по частям, что было на руку только противнику.

Вспоминая в дороге все, что мне пришлось видеть, ощущать и узнать в первые недели войны, я никак не мог разобраться, что же происходит.

Ведь элементарные правила тактики, оперативного искусства, не касаясь уже стратегии, гласят о том, что проиграв сражение или битву, войска должны стремиться к тому, чтобы, прикрываясь частью сил, оторваться основными силами от противника, не допустив их полного разгрома. Затем с подходом из глубины свежих соединений и частей организовать надежную оборону и в последующем нанести поражение врагу» [1].

В СССР в учебниках любили писать о «бездарных царских генералах», которые не умели воевать и терпели одни поражения. Однако и в то время в научной литературе можно было прочесть, что, например, «Русский фронт сыграл важную роль в ходе первой мировой войны. Его протяженность составляла 1600 км., в то время как Западный (французский) фронт простирался только на 700–900 км. В начале войны против России были развернуты 52,5 пехотных и 12 кавалерийских дивизий противника, а против Франции соответственно 86 и 10. К сентябрю 1915 г. число австро-германских дивизий на русском фронте составило 166 пехотных и 24 кавалерийских, а на французском фронте оставалось прежним – 96 дивизий. Во всех кампаниях русская армия вела активные боевые операции, не один раз спасая от разгрома армии союзников» [2]. Как могли «бездарные царские генералы» всю войну вести «активные боевые операции, не один раз спасая от разгрома армии союзников» было, конечно, понять трудно. Положение спасало то обстоятельство, что народ у нас, получив среднее образование в целом, монографий, в основном, не читал.

Русская армия в Первой мировой войне знала победы и поражения. Как и армии других участников войны: союзников (Англии, Франции, Сербии) и противников (Германии, Австрии, Турции). Были великие победы русского оружия: Галицийская битва 1914 г., взятие Перемышля 1915 г., Брусиловский прорыв 1916 г. Были тяжелые поражения: Восточно-Прусская операция 1914 г., Великое Отступление 1915 г. Но даже после самой тяжелой в Первой мировой войне для Российской империи кампании 1915 г., когда русские войска вынуждены были оставить Польшу, линия фронта стабилизировалась в южной Латвии и Западной Белоруссии от предместий Риги до Пинска и Тарнополя. Остальные губернии России были свободны от оккупации в Первой мировой войне до конца распада империи.

Для сравнения: в 1941–1942 гг. немцы подошли к Москве, осадили Ленинград, вышли к Волге и Кавказу, оккупировав огромные территории СССР.

В 1916 г. в ходе Брусиловского прорыва русские войска освободили значительную часть Галиции. На Кавказском фронте Россия нанесла ряд тяжелых ударов турецкой армии и заняла часть турецкой Армении. В 1917 г. генералы русской армии с союзниками по Антанте готовили решительное наступление на фронты Центральных держав, которое должно было принести победу и конец войне. Но в феврале 1917 г. в России произошла революция, которая стала началом развала армии и государства. Победа к армиям Антанты пришла в 1918 г., но уже без России.

Позднее еще один участник Великой войны генерал А.И. Деникин вспоминал: «Русская армия к марту 1917 г., невзирая на все свои недочеты, представляла внушительную силу, с которой противнику приходилось весьма считаться. Благодаря мобилизации промышленности, деятельности военно-промышленного комитета и отчасти несколько оживших органов военного министерства, боевое снабжение достигло размеров доселе небывалых...

Наши союзники не смеют забывать ни на минуту, что к середине января 1917 года эта армия удерживала на своем фронте 187 вражеских дивизий, т.е., 49% всех сил противника, действовавших на европейских и азиатских фронтах. Старая русская армия заключала в себе достаточно еще сил, чтобы продолжать войну и одержать победу» [3].

Даже после февральской революции 1917 г., когда Российская империя перестала существовать, русская армия, которую с февраля разваливали все революционные партии, продержала линию обороны еще год.

Действительно, старый русский крестьянин – солдат Первой мировой войны в 1941 г. сказал правду маршалу К.К. Рокоссовскому: «Мы врага на русскую землю не пустили». Русская императорская армия, миллионы ее солдат и офицеров выполнили свой долг.

Литература

1. Рокоссовский К.К. Солдатский долг. – М.: Воениздат, 1988. – С. 50–53.
2. Ростунов И.И. Русский фронт первой мировой войны. – М.: Наука, 1976. – С. 385.
3. Деникин А.И. Очерки русской Смуты. – Т. 1. – М.: Наука, 1991. – С. 232.

Н.А. Бутенко

ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕЖЦИВИЛИЗАЦИОННЫХ ПРОТИВОРЕЧИЙ

В последнее время тема геополитики приобрела актуальный характер, и связано это, по-видимому, с обострением межцивилизационных конфликтов в мире. Прежде чем попытаться выявить сущность этих противоречий, мы обратимся к основным принципам геополитики. Базовые принципы геополитики были сформулированы немецким географом Ф. Ратцелем, шведом Р. Челленом, англичанином Х. Макиндером, американцем А.Т. Мэхэмом, французом Видалем де ля Блашем и немцем К. Хаусхофером [1]. Геополитический подход возник во второй половине XIX века. Объектом геополитики как науки является планетарное пространство, геополитические процессы и явления в мировом сообществе как системе. Само понятие геополитики многозначно, поэтому при его использовании часто смешиваются его значения. Тем не менее, можно выделить три основных аспекта использования данного понятия в современном мире [2]. Во-первых, оно характеризует ту или иную идеологическую доктрину, обосновывающую наступательное или оборонительное направление международной политики национальными или блоковыми интересами в жизненном пространстве. Во-вторых, понятие геополитики характеризует конкретно-исторический тип международных отношений эпохи передела мира, уже в основном завоеванного и освоенного старыми державами, практическую стратегию международной политики народов и государств новейшей истории. В-третьих, понятие геополитики означает новую формирующуюся исследовательскую дисциплину.

Как теоретико-методологический подход к общественно-историческому развитию геополитика дополняет формационный и цивилизационный подходы. Последний она глобализирует и при этом еще более гипертрофирует пространственное измерение.

Геополитика возникла на базе трех учений: цивилизационной теории культурно-исторической школы (Н.Я. Данилевский, О. Шпенглер, А. Тойнби и др.), военно-стратегического (Н. Макиавелли, К. фон Клаузевиц, А. Мэхэм и др.) и географического детерминизма (Полибий, Аристотель, Жан Боден, Ш. Монтескье, К. Риттер, Ф. Ратцель и Р. Челлен и др.)

Геополитическими мыслителями из наследия цивилизационной теории был воспринят принцип «зоны влияния одной цивилизации», получивший в геополитике название «большого пространства». Военно-стратегические теории внесли идею ключевых пунктов и зон, позволяющих контролировать значительные территории потенциального противника. Наиболее существенное влияние на геополитические взгляды оказали концепции географического детерминизма, то есть идеи о том, что на общественно-историческое развитие существенное влияние оказывает географический фактор. Например, Ф. Ратцель считал, что интересы народов определяются географическим положением, климатом и почвой, а государство – это живой пространственный организм. Пространство он рассматривает как «непрерывное тело» этноса. Характеристики же государства развиваются из характеристик народа и «почвы» [3]. Следовательно, он тесно связывает понятия «этнос» и «государство» с пространством.

Р. Челлен разделял точку зрения Ф. Ратцеля, что государство и «почва» едины, но называл одним из признаков государства народ со своими национальными (этническими) характеристиками [4]. На наш взгляд, во всех геополитических теориях понятие «этнос» как таковое теряется. Этноты, или народы выступают в качестве признака государства или о них вообще речь не ведется.

В основе геополитики лежит противостояние двух типов цивилизаций, определяемых географическими категориями. С одной стороны, идет речь о талассократических, морских цивилизациях, связанных с островным или береговым типом существования, мореходством и торговым строем: Карфаген, Афины, Португалия, Британская империя, в современном мире – США; в первой половине XX века сюда включались западные страны с республиканско-демократическим режимом, после 1945 года – либерально-демократические режимы и страны НАТО. С другой стороны, существует теллурократическая цивилизация – континентальная, авторитарная, сухопутная: Рим, Спарта, Византия, позже Россия. Эта территория называется также Heartland, или «сердцевинная земля». Между Heartland и морской цивилизацией расположены береговые зоны – rimland. За контроль над ними ведется стратегическая борьба этих двух типов цивилизаций. В основе геополитических воззрений лежит принцип «географии как судьбы». Англосаксонские геополитики самой большой опасностью для собственных стран считали перспективу русско-германского геополитического и стратегического альянса, т.к. он мог сильно укрепить мощь двух континентальных держав. Германские геополитики, в частности Хаусхофер, также приходили к аналогичным выводам, предлагая создать «континентальный блок» по оси Берлин – Москва – Токио [5].

П. Савицкий впервые разработал полноценную и развитую теорию специфической русской геополитики, в которой отмечает, что Россия-Евразия есть «месторазвитие», «единое целое», «географический индивидуум – одновременно географический, этнический, хозяйственный, исторический ландшафт» [6]. Нужно отметить, что Савицкий рассматривает геополитику не только с географических позиций, но и в контексте историко-софских теорий, в контексте специфики русско-евразийской культуры.

Именно такого взгляда на развитие цивилизаций не хватает в других геополитических теориях. Так, в геополитической концепции А.Г. Дугина [7] не особенно учитывается капитальное значение культуры, фактически он склонен на первое место ставить борьбу за выживание в современном мире. А. Дугин в этом плане отводит решающую роль заключению адекватных геополитическому положению страны военно-политических союзов, имеющих целью в случае Евразии создание своего рода евразийской империи. Он считает, что собирание под эгидой России империи на территории Евразии должно идти по трем направлениям: 1. Москва – Берлин; 2. Москва – Тегеран, т.к. откроется выход России к Индийскому океану; 3. Москва – Токио, т.к. Япония и США потенциальные враги, а США – общий враг всех государств, расположенных на территории Евразии. Дугин отстаивает точку зрения, что лишь в результате объединения по этим трем направлениям Россия сможет отстоять свою цивилизацию.

На наш взгляд, рассматривая данные стратегические направления в политике России, необходимо учитывать, что каждая из взятых стран преследует свои интересы. Очень сомнительно, чтобы Германия в качестве страны, принадлежащей к теллурократической цивилизации, пошла бы на конфронтацию с западными странами, в том числе и США, как со странами противоположной – талассократической (морской) цивилизации. Как показывает исторический опыт, все происходило как раз наоборот: и Германия, и

Россия неоднократно были в состоянии войны, а не союза. Нужно также учесть, что Германия принадлежит к западной культуре. Как указывалось, именно западному, или, говоря словами Н.Я. Данилевского, романо-германскому «культурно-историческому» типу свойственна агрессивность в отношении других цивилизаций. Поэтому такой стратегический союз Германии и России вряд ли возможен, учитывая, что Россия принадлежит к оборонительному типу цивилизации. Япония также имеет свои претензии к России в отношении островов, которые она предъявляет уже много лет. И, как показывает прежний и новейший опыт международной политики, от этих претензий она отказываться не собирается. Япония принадлежит к восточному типу культуры, Россию же мы не можем отнести лишь к этому культурному типу. Что же касается Ирана, то, конечно, у русской культуры есть древние корни общности с иранской культурой в силу наследственной принадлежности последней к индоиранской, а первой – к индоевропейской языково-культурным общностям. Но само по себе это родство является даже менее близким, чем культурное родство с западноевропейскими странами. В конце концов, Иран сформировался как культура Востока. В современном мире более показательно, что Иран как раз особенно отчетливо противопоставляет себя Западу, особенно США. Но ведь еще совсем недавно Иран резко противопоставлял себя и России, и пусть не столь резко, но это противопоставление продолжает действовать и ныне.

Таким образом, опираясь только на геополитическую позицию, рассматривая противостояние двух типов цивилизаций, морской и континентальной, при этом не учитывать исторический опыт развития стран, входящих в эти цивилизации, и их культуру, нам кажется неправомерным. Геополитическая концепция не дает внутренней картины цивилизации, а показывает внешние взаимоотношения Евразии – России с другими цивилизациями. Необходимо отметить, что концепция евразийцев может служить дополнением к геополитической концепции, так как в ней рассматриваются различные элементы, составляющие суть евразийской цивилизации: географическое положение, способ материального производства, культура и другие.

П. Савицкий отметил следующую особенность Евразии: если «мозаично-дробное» строение Европы и Азии содействует возникновению небольших замкнутых, обособленных мирков (малых государств), то в Евразии бесконечные равнины, смена зон степей, лесов, рек, озер причаляют человека к постоянной миграции, поэтому этнические и культурные элементы пребывают в интенсивном взаимодействии [8]. Следует констатировать, что мы рассматриваем российскую цивилизацию как евразийскую и именно с этих позиций оцениваем ее место в мировом сообществе. Россия характеризуется в качестве евразийской цивилизации с определенного исторического периода, когда она становится центром Евразии.

С позиций классической геополитической доктрины историю человечества следует рассматривать как последовательную смену геополитических эпох, или геополитических силовых полей особых конфигураций. Каждая геополитическая эпоха имеет свой баланс сил, зоны влияния, границы. Например, классики геополитики считают, что основные принципы мировой политики были заложены еще Вестфальской системой международных отношений (1648 г.) после окончания Тридцатилетней войны. С этого времени европейская история начинает превращаться в мировую. Главными центрами в Европе становятся Испания, Португалия, Голландия. Затем в борьбу за раздел мира вступают Англия, Франция, Швеция. Следующая, вторая геополитическая эпоха – Венская, закреплённая Венским Конгрессом (1814–1815 гг.). В основе этой эпохи был, согласно

геополитическим взглядам, принцип контроля географического пространства. Мировыми центрами силы стали, как считается, Российская и Австро-Венгерская империи, Британская колониальная империя и колониальная империя Франция (формально остававшаяся республикой). Были созданы два военных союза для передела сфер влияния: Тройственный союз (Германия, Австро-Венгрия и Италия) и Антанта (Англия, Франция, Россия). Третья, Версальская, эпоха кардинальным образом изменила геополитический расклад сил. После поражения в первой мировой войне (1914–1918 гг.) Тройственного союза пальма первенства континентальной державы отошла Франции, а морской – Англии. Вторая мировая война похоронила Версальский мир. СССР создал впервые вокруг себя мощный геополитический блок и принял всю тяжесть войны на себя. Четвертая эпоха, Потсдамская, начинается с 1945 года. Эта эпоха утвердила вместо многополярного биполярный мир: СССР с его союзниками, представляющими континентальную силу, и США с их союзниками, представляющими морскую силу. Противостояние этих двух блоков шло на грани балансирования между «холодной» и ядерной войнами. Пятая эпоха – Беловежская. С разрушением СССР биполярная структура мира завершила свое существование. Новая геополитическая система опирается на новый мировой порядок, в котором России нет места как великой мировой державе. Новый мировой порядок диктуют западные страны во главе с США.

С конца 60-х годов в результате процессов глобализации развивается миросистемный взгляд на человеческое сообщество, который в полной мере вписывается в геополитическую эпоху «нового мирового порядка». Миросистемный подход, который можно рассматривать в рамках геополитического, отличается от цивилизационного глобалистским видением современного человечества, пониманием его как взаимосвязанной общности, формируемой через взаимодействие разных хозяйственных и политических структур. Авторами этого подхода являются Ф. Бродель, И. Валлерстайн, А.Г. Франк и др. С точки зрения миросистемников, мир – это не совокупность стран или обществ, а некая историческая система, мироэкономика, основанная на разделении труда.

Западная миросистема состоит из ядра, периферии и промежуточной зоны-полупериферии. Ядро – это зона, приобретающая прибыль (Запад), а периферия – зона, теряющая прибыль. В качестве постоянно расширяющейся периферии выступали такие страны, как Турция, Китай, Индия, Япония, другие страны Юго-Восточной Азии. Думается, что миросистемный подход отражает одностороннее видение мирового процесса, так как во главу угла ставятся организация производства, обмен товарами и защита ресурсов. Редукции подвергается ценностная и познавательная проблематика таких человеческих общностей и структур, как этнос, нация и цивилизация, которые рассматриваются как функции миросистемных отношений, то есть они являются формами разделения труда и организации отношений обмена [9].

Геополитический подход в целом, по-видимому, остается еще достаточно проблематичным для объяснения общественно-исторического развития. Несмотря на усиливающиеся в мире глобальные процессы, ведущие к единообразию мировой экономики и культуры, сохраняется самобытность малых и больших культур, происходят процессы «этнического возрождения» в разных регионах мира, а также устойчиво существует самобытность разных цивилизаций.

Э. Гидденс определяет современный мир как систему, структурными элементами которой являются риски, создаваемые человечеством. Современные риски обусловлены

процессом глобализации [10]. Одним из таких рисков становятся межцивилизационные конфликты.

С. Хантингтон выдвигает концепцию «столкновения культур», интерпретируя глобализацию как «процесс столкновения цивилизаций» [11], а Ф. Фукуяма заявляет, что результатом этого процесса может стать «конец истории», когда весь мир станет однородным [12]. Причем в цивилизационных конфликтах будут использованы не только те средства, которые стали традиционными в период «холодной войны», т.е. экономические, психологические, информационные, но и те, которые будут обязательно востребованы и военные средства. Хантингтон предвидит, что агрессия западной цивилизации побуждает все остальные цивилизации в перспективе занять консолидированную круговую оборонительную позицию по отношению к Западу. Ф. Фукуяма в статье «Конец истории?» (1990 г.) предсказал, что после падения коммунизма в СССР можно считать весь мир устроенным по модели Запада. Он полагал, что мысль Гегеля о способности абсолютной идеи найти воплощение в реально существующем социальном устройстве сейчас, наконец, находит подтверждение своей глубины: в образце «западной демократии» как абсолютном и универсальном. Фукуяма с уверенностью утверждал, что конец истории уже наступил, т.к. отдельные детали, не вписывающиеся в абсолютно совершенную западную модель общества, настолько несущественны, что сами собой притрутся к готовому образцу. Но уже в 1995 году его мечтания о торжестве Запада сменяются тревожной статьей «Войны будущего», которая стала откликом на книгу Хантингтона. Он подтверждает тезис Хантингтона о возможной необходимости применения военных средств для утверждения доминирующей роли Запада в современном мире, хотя с его точки зрения конфликты будут носить не межцивилизационный, а межгосударственный (и/или внутригосударственный), т.е. локальный характер, если Запад постарается удержать конфликты в этих рамках. Самую большую опасность для Запада он видит в России с ее «квазидемократией» и в Китае. Запад, Россия и Китай – это три великие цивилизации современности. Война одной из них против двух других не может не втянуть в свою орбиту все остальные цивилизации мира. Следовательно, в современном мире на передний план выходят все-таки межцивилизационные противоречия, вопреки точке зрения Фукуямы. С позиций С. Хантингтона именно межкультурные различия, противостояние вероисповеданий выступают главными причинами цивилизационного разлома между Западом и другими цивилизациями [13].

На наш взгляд, предсказания Хантингтона и Фукуямы не являются столь уж абсурдными, исходя из современной геополитической обстановки. Следует отметить, что действиями какой-либо цивилизации всегда руководит определенная «цивилизационная идея», в которой выражается суть национального самосознания. Поэтому столь важно сегодня для России в ситуации ее всестороннего кризиса осознание ее действительного цивилизационного статуса. Россия оказалась в зависимости от Запада. Поражение СССР в «холодной войне» привело к разрешению прежней, сложившейся после второй мировой войны, формы мирового геополитического равновесия, поддерживающегося существованием двух мировых систем: социализма и капитализма. США, стоящие во главе нынешнего западного мира, одержав победу над «коммунистическим блоком», стали претендовать на роль единственного центра силы, призванного доминировать над миром. Это обстоятельство изменяет и по-новому организует конфигурацию межцивилизационных напряжений.

В настоящее время российская евразийская цивилизация находится в состоянии кризиса. Борьба двух мировых систем – социализма и капитализма – закончилась крахом мировой социалистической системы, в первую очередь, СССР. Но борьба этих двух систем – это одновременно и борьба двух цивилизаций: евразийской цивилизации России – СССР и западной цивилизации.

Действительно, в настоящее время происходит разбалансирование российской цивилизации. Причинами такого разбалансирования, на наш взгляд, служат беспрецедентное вмешательство Запада во внутрисоветские дела, а также прозападническая политика, проводимая на протяжении всего постсоветского периода. Крах СССР расценивается многими западными идеологами и политиками (С. Хантингтоном, Ф. Фукуямой и др.) как победа в «холодной войне». Следствием этой победы капитализма над коммунизмом является, согласно их представлениям, переход России к капитализму. Такой переход сейчас происходит, но осуществляется он варварскими методами и с ужасными последствиями для народа. Достаточно указать на то, что в результате такой капитализации за чертой бедности (по социологическим данным 1998 года) оказались 25–45% населения Российской Федерации [14]. И это явление становится нарастающей тенденцией.

Слепая вера в научно-технический прогресс и западную демократию, в их способность решить любые проблемы общества, в конечном итоге оборачивается дорогой в никуда и забвением культурного своеобразия своей страны. Если она пытается найти собственный путь в общем потоке обновления, в так называемом мейнстриме, то поиски оборачиваются приостановкой, задержкой в пути, а потом и отставанием. В частности, Россия, пытающаяся двигаться «особым путем», вот уже три века интенсивно догоняет Запад – и отстает от него все больше. Сегодня специалисты вынуждены говорить о том, что Россия движется во втором эшелоне модернизации. Российская евразийская цивилизация должна осознать свой особенный путь развития, отличный от западного. Формирование такого цивилизационного самосознания является жизненно важным, так как вопрос, повторим, стоит вообще о возможности существования нашей цивилизации. Те идеологи, политики, которые призывают направить усилия «на занятие места и закрепление на уровне полупериферии» [15], оказывают «медвежью услугу» России, так как она окажется на задворках западной цивилизации. Также нельзя согласиться, например, с Н.С. Розовым в том, что «евразийская цивилизация является дочерней по отношению к классической Греко-Римской цивилизации, соответственно «сестрой» Западной цивилизации» [16]. Суть евразийской цивилизации в том, что она не просто преемница Византии, которая в свою очередь была преемницей Греческой цивилизации, но она преемница и азиатской монголо-татарской цивилизации. Как русский этнос, так и в целом евразийско-российская цивилизация сформировались в результате симбиоза различных этносов и их культур, переплетения как православной, так и неправославных культур народов Евразии.

Итак, в современном мире ни одно государство или нация не могут существовать, не осознавая свой цивилизационный статус. Современная геополитическая ситуация, по видимому, складывается так, что на первый план на мировой арене выходят межцивилизационные отношения. Запад инициирует создание ситуации, в которой эти отношения носили бы, как правило, конфронтационный характер. Становится уже вполне очевидным, что достижение Западом провозглашенной им основной цели – установление так называемого «нового мирового порядка», который является частью глобализации, –

предполагает торжество «западной демократии» в смысле господства западной цивилизации во главе с США над всем остальным миром.

Литература

1. Дугин А. Евразийский триумф // Савицкий П. Континент Евразия. – М.: Аграф, 1991. – С. 444.
2. Дугин А. Основы геополитики. Геополитическое будущее России. – М.: Арктогея, 1997. – С. 6–7.
3. Нартов Н.А. Геополитика. – М.: Единство. Издательство политической литературы, 2002. – С. 51.
4. Там же. – С. 55.
5. Дугин А. Евразийский триумф. – С. 445.
6. Савицкий П.Н. Континент Евразия. – М.: Аграф, 1997. – С. 282.
7. Дугин А. Основы геополитики. – С. 85.
8. Савицкий П.Н. Континент Евразия. – С. 301.
9. Рудометов В., Робертсон Р. Глобализация. Миросистемная теория и сравнительная теория цивилизаций // Сравнительное изучение цивилизаций. Хрестоматия. – М.: Аспект-пресс, 1999. – С. 533.
10. Гидденс Э. Ускользящий мир: как глобализация меняет нашу жизнь. – М.: Весь мир, 2004.
11. Хантингтон С. Столкновение цивилизации? // Свободная мысль. – 1993. – № 1. – С. 34–52.
12. Фукуяма Ф. Конец истории // Философия истории. Антология. – М.: Аспект-пресс, 1995.
13. Хантингтон С. Указ. соч.
14. Осипов Г.В. Социальное мифотворчество и социальная практика. – М.: Норма, 2000.
15. Розов Н.С. Национальная идея как императив разума // Вопросы философии. – 1997. – №10. – С. 67–79.
16. Там же.

Н.Г. Хайруллина, Ф.Ф. Сайфуллин

МЕЖЭТНИЧЕСКИЕ БРАКИ: КРОССКУЛЬТУРНЫЙ АНАЛИЗ

Брак – это семейный союз мужчины и женщины, порождающий их права и обязанности по отношению друг к другу и к детям [1]. Ценность брачных отношений в последнее десятилетие уменьшается в силу различных причин не только в западных странах, но и в России. Это обусловлено изменением системы ценностей, при котором «несемейные» ценности, связанные с карьерным ростом и личным благополучием, становятся приоритетными. В современных условиях мужчины и женщины, не вступающие в брак, не ответственны за другого человека, не подвергаются социальному давлению и обладают большими возможностями, чем семейные пары, имеющие одного и более детей. Данная проблема наиболее актуальна среди молодежи и связана с либерализацией взглядов на характер половых отношений до брака, в браке и вне брака и происходящими изменениями в сфере семейно-брачных отношений.

Для научного описания и анализа наиболее сложными являются процессы, происходящие в поликультурных регионах, поскольку в них наиболее остро проявляются проблемы межэтнической совместимости супругов. Проблемы отношений между людьми различных национальностей обусловлены причинами социального, психологического, религиозного и конфессионального характера. Эти вопросы требуют решения, поскольку количество межэтнических браков растет. Сегодня каждый седьмой брак, заключенный в России, является межэтническим.

Основная доля межэтнических браков заключается молодыми людьми, поэтому особенно важно проследить, какие изменения происходят в системе ценностных ориентаций студенческой молодежи. Авторами статьи в 2010–2013 гг. проведено исследование в форме нарративного эссе с целью выявления отношения студенческой молодежи в возрасте от 17 до 36 лет, проживающих в Тюменской области, к межэтническим бракам. В написании творческой работы участвовали 224 студента Тюменского государственного нефтегазового университета, обучающиеся на программах среднего и высшего профессионального образования. Авторами проанализировано 128 эссе студентов женского пола, 96 – мужского пола. Среди студентов 129 человек русские, 54 – представители татарского населения, 26 – представители кавказских диаспор, 15 – представители других национальностей (украинцы, казахи, башкиры, чуваша, ханты и манси).

В результате анализа творческих работ студентов возрастной категории 17 лет нами выявлено, что они не проявили к данной проблеме должного внимания. По их мнению, если молодые люди любят друг друга, то родители обязаны смириться с их желанием и помогать молодой семье. Какие проблемы могут возникнуть после заключения межэтнического брака, они пока представляют плохо. Студенты возрастной категории старше 20 лет к исследуемой проблеме отнеслись более серьезно, они рассуждают с позиции взрослых людей, имеющих определенный житейский опыт.

Анализ эссе показал, что три четверти студентов к межэтническим бракам относятся положительно или согласны на такой брак при определенных условиях. «Была бы любовь, а какой ты национальной принадлежности – это не так уж и важно. Независимо

от нации и жены, если существует доверие и любовь, то брак будет крепким» (Светлана, 19 лет, русская, студентка). «Для меня не имеет значения, какая национальность с кем живет, встречается, строит семью. Ведь счастьем человека не должны препятствовать ни национальность, ни внешность человека. Для любви нет и не будет существовать никаких границ. Поэтому смешанные браки – это не только вполне допустимо, но и абсолютно нормально» (Михаил, 20 лет, немец, студент).

В зависимости от национальности студентов отношение к межэтническому браку меняется. Так, студентки русской национальности, независимо от получаемой специальности и формы обучения, готовы заключать смешанный брак с представителями других национальностей: и с татарами, и с казахами, и с украинцами, но не с представителями кавказских национальностей. Молодые люди пишут: «Моя знакомая, русская, уже три года встречается с чеченцем. Со стороны хорошо видно, как он ущемляет ее права: не разрешает ей выходить из дома без него, общаться с подругами, она везде должна быть с ним. Он кричит на нее, поднимает руку. Его и ее родители против их отношений. У него на Родине уже нашли жену. Мне не хотелось бы повторить такую судьбу. Ведь это только начало, а что будет дальше, никому не известно. Я сама не хотела бы выйти замуж за человека другой национальности и религии. Смешанный брак заранее подразумевает конфликты на тему религии. Иногда у супругов возникает религиозный патриотизм и желание непременно вовлечь спутника жизни в свою общину, а главное, воспитать детей только в своей вере. Именно на этой почве возникает религиозный конфликт» (Елена, 20 лет, русская, студентка). «У каждого в семье свое воспитание, некоторых детей родители с детства предупреждают о будущем муже или жене, кто-то из родителей совсем не думают об этом. Я бы не вышла замуж за парня кавказской национальности. Во-первых, у них это не принято, а, во-вторых, они не ценят русских девушек. Остальные национальности для меня могут иметь смысл в моем будущем, потому что я больше атеистка» (Наталья, 18 лет, русская, студентка). «Не поддерживаю браки между русскими людьми и людьми кавказской национальности и азиатами. Во-первых, абсолютно разные религии, традиции, отношение к супруге. Во-вторых, при рождении ребенка в семье часто возникает спор, какую религию передать ребенку» (Надежда, 20 лет, русская, студентка). «В семье людей разных национальностей очень много поводов для ссор из-за религии, традиций, веры. Рано или поздно менталитет, обычаи, вкусы в музыке... все дает о себе знать. Женюсь я только на девушке моей национальности» (Евгений, 21 год, русский, студент).

Большинство студентов татарской национальности не выразили готовности к заключению брака с русскими, украинцами. Но при этом они готовы заключить брак с представителями своей национальности в первую очередь или своей религии: башкирами, казахами, ингушами, чеченцами. «Я знаю, что мой супруг будет татарин, моей веры, у нас много общего, даже в том, то мы одной национальности. Я знаю, что его родители вырастили по всем правилам и традициям своей религии, потому что уже нашла этого человека и мы рады, что это произошло» (Регина, 19 лет, татарка, студентка).

На основе социологических исследований, проведенных в 1995–2011 гг., выявились факторы, отличающие людей разных национальностей: это язык, народные традиции и обычаи, религия [2].

Анализ научной литературы, статистических данных, жизненный опыт позволили сформулировать вывод о том, что смешанный брак может сохраниться только при условии, если один из брачных партнеров примет религию другого. Анализ творческих работ

показал, что только один из двадцати представителей студенческой молодежи готов изменить религию ради любимого человека. Отметим, что такую готовность чаще высказывают девушки, чем юноши. «Если ты любишь человека и хочешь связать с ним свою жизнь, но вы разной национальности, в этом ничего смертельного нет. Можно принять веру любимого человека, а можно остаться в своей вере» (Антонина, 19 лет, русская, студентка). «Я родился в семье с разногласиями в вероисповедании. Мои родители долго спорили, какую веру я должен был принять при рождении. Это стало предпосылкой к разводу моих родителей. Я думаю, что сложно жить под одной крышей людям с разными религиями (если они не номинальные). Семья крепка в единстве. Или один принимает веру другого, или развод ждет такую семью» (Эдуард, 19 лет, русский, студент).

Каждый четвертый категоричен в своих оценках – это противники смешанных браков. В своих работах они чаще указывают, что родители будут против смешанного брака, не дадут согласия на брак ни в коем случае, что не будут помогать, не простят. Они признаются, что родители приводят им многочисленные примеры неудачных браков, когда супруги, принадлежащие к разным вероисповеданиям, развелись из-за разногласий при заключении брака, при рождении ребенка, наречении имени, соблюдении традиций и обычаев. И сами молодые люди согласны с точкой зрения родителей: «Главное в смешанной семье – уважать национальность партнера, ведь, уважая ее, ты уважаешь его семью, его самого. Но когда появляется ребенок, возникает конфликт, какую национальность он примет. Я бы не хотела связать свою жизнь с армянской, чеченской, дагестанской и цыганской национальностью, поскольку они плохо обращаются со своими женами» (Ольга, 20 лет, русская, студентка). «Когда славянская девушка выходит замуж за азиата – получают азиаты, за черных – черные и т.д. Спустя время нация будет вымирать и ее просто не станет. Чтобы избежать этого, нужно создавать

По статистическим данным, среди татар Тюменской области в 2001 г. равное количество опрошенных к межэтническим бракам относились отрицательно и положительно (34,7 и 33,7% соответственно), каждый четвертый (26,6%) – безразлично; 2,7% согласны на такой брак, но в зависимости от национальности супруга (супруги); 2,4% затруднились дать оценку [3].

В последние годы высказывается опасение, что межэтнические браки могут привести к распаду этнических культур, подрыву основ существования некоторых этносов. По нашему мнению, в ближайшие годы число межэтнических браков будет продолжать расти: они будут способствовать этнокультурному сближению и углублению ассимиляционных процессов.

Литература

1. Советский энциклопедический словарь / Гл. редактор А.М. Прохоров. – 4-е изд. – М.: Сов. Энциклопедия, 1988. – С. 165.
2. Хайруллина Н.Г. Социологический аспект явления этнической идентификации татар Тюменской области // Вестник Орловского государственного университета. – 2011. – № 5. – С. 69–72.
3. Хайруллина Н.Г. Тенденции этнокультурной ситуации в северном регионе // Знание. Понимание. Умение. Научный журнал Московского гуманитарного университета. – 2012. – № 3. – С. 106–109.

А.С. Савичева

СПЕЦИФИКА РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ КОММЕРЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ В ХАНТЫ-МАНСКИЙСКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ – ЮГРЕ В ПОСТКРИЗИСНЫЙ ПЕРИОД

В условиях глобальной конкуренции, с учетом специфики функционирования российской экономики в посткризисный период, невозможно достичь стабилизации финансового сектора страны или региона, не обеспечивая развития коммерческих организаций.

Употребляя термин «коммерческие организации», мы подразумеваем субъекты малого и среднего предпринимательства (далее МСП). Так, согласно Федеральному закону от 24 июля 2007 года № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» возможность отнесения предприятий к соответствующей категории определяется средней численностью работников, которая не должна превышать 250 человек на средних предприятиях, 100 человек на малых предприятиях; среди малых выделяются также микропредприятия – до 15 человек [1].

Употребляя термин «посткризисный период развития экономики», следует отметить, что в данном случае мы имеем в виду глобальный финансово-экономический кризис 2008 года (в России – с 2009 года), который значительно ухудшил состояние финансовых институтов стран в целом и оказал влияние на процесс управления коммерческими организациями. Посткризисный период развития экономики характеризуется:

- массовым банкротством коммерческих организаций (в том числе банков, финансовых институтов) и, как следствие, безработицей;
- усилением дефицита бюджета стран, наращиванием государственного долга, уменьшением инвестиционного капитала, активным вмешательством государства в экономику;
- падением цен на частную и коммерческую недвижимость;
- снижением стоимости ценных бумаг на мировых фондовых биржах, падением цен на сырьевые товары (нефть, газ и другие);
- сокращением промышленного производства, оборота розничной торговли и потребительской активности;
- недостатком ликвидности, сложностью получения кредита коммерческими организациями;
- высоким уровнем конкуренции среди коммерческих организаций и снижением реально располагаемых денежных доходов населения.

Следует уточнить понятийный аппарат и разъяснить, по какой причине кризис 2008 года именуется финансово-экономическим. Существует несколько видов кризиса, среди которых *финансовый кризис* – глубокое расстройство государственной денежной системы, проявляющееся в резком несоответствии доходов бюджета с их расходами, нестабильности и падении курса национальной валюты, несоответствии денежной массы в обращении требованиям закона денежного обращения, инфляции. Другой вид кризиса – *экономический кризис* – резкое ухудшение экономического состояния страны, прояв-

ляющееся в значительном спаде производства, нарушении сложившихся производственных связей, банкротстве предприятий, росте безработицы и в итоге – снижении жизненного уровня и благосостояния населения [2]. Мировой кризис 2008 года с уверенностью можно отнести к разряду финансово-экономических, так как после ухудшения состояния финансовых институтов стран началась экономическая рецессия. Кроме того, данный кризис является глобальным, так как он оказал воздействие на всю мировую экономику в целом.

Следует также обозначить несколько характеристик глобального финансово-экономического кризиса 2008 года, которые повлияли на развитие коммерческих организаций:

- *структурность (системность)* – процесс, связанный с преобразованием устаревших отраслей экономики, которые во время кризиса проявили себя как малопродуктивные. Подобное явление на мировом уровне может повлечь за собой перестройку экономической системы страны в целом, а на *региональном уровне* – позволяет обратить внимание исследователей на те отрасли, спрос на продукцию которых растет медленнее, чем экономика в целом, и которые требуют соответствующей модернизации. Системный кризис становится мощным стимулятором переосмысления существующих экономических и политических доктрин как в глобальном масштабе, так и применительно к отдельным странам.

Финансово-экономический кризис 2008 года является именно структурным, а не циклическим. Циклический кризис лечит время, он не предполагает изменений в политике управления, а преодолевается преимущественно сам по себе. Системный кризис требует существенной трансформации экономической политики, основанной на новой философии экономической жизни; ведет к появлению новой модели регулирования, включая изменения экономической роли государства. Однако на сегодняшний день об альтернативе существующей капиталистической системе экономики говорить пока затруднительно.

- *синхронность кризиса* – процесс, когда кризис, охватив одну страну, сразу же охватывает другую. В 2008 году источником возникновения кризиса становятся США, распространяя негативные последствия по всему миру. Это происходит вследствие схожести экономического уровня ведущих стран и взаимосвязи между национальными экономиками.

В.И. Кушлин, российский ученый, исследователь проблем рыночной экономики, в своих работах говорит о расширении мирохозяйственных связей, которые привели к такому качественно новому состоянию экономики, когда практически все экономические процессы, совершаемые в отдельных частях мира, стали органически взаимозависимы [3]. Также следует отметить, что в период кризиса 2008 года проявились недостатки в процессе рыночного саморегулирования. По причине того, что в саморегулировании рынка не возникли ограничители мирового масштаба, в отсутствие сдерживающих институтов в коммерческих организациях расширились возможности спекулятивного и рискованного предпринимательства.

- *государственное регулирование кризисов* – еще одна характеристика, которая представляет комплекс планомерных действий законодательных и исполнительных органов управления по защите хозяйствующих субъектов от разрушения. Самыми популярными мерами являются создание новых законодательных актов, поддержка банковского сектора, национализация производства, активное использование государственного бюджета, политика протекционизма.

Кризис 2008 года показал, что не все государства могут организовать грамотное регулирование. На сегодняшний день, действительно, следует усилить государственное регулирование, прежде всего, на финансовых рынках. Ведь именно в финансовой сфере формировались инновации, которые обеспечили высокие темпы экономического роста, но потом привели к кризису. Финансовый кризис лежит в основе многих экономических проблем, и именно его преодолением государство должно заняться в первую очередь.

Несмотря на негативные тенденции функционирования коммерческих организаций в посткризисный период развития российской экономики, нельзя не отметить появление некоторых положительных моментов. Во многом благодаря изменениям в законодательстве было предпринято следующее:

- вступил в силу закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля», регламентирующий проведение проверок в сфере малого предпринимательства, вследствие чего количество проверок существенно сократилось;

- снижен налог на прибыль – до 20%, также малые предприятия получили ряд дополнительных налоговых льгот по амортизации оборудования;

- вступил в силу закон «Об особенностях участия субъектов малого предпринимательства в приватизации арендованного государственного и муниципального имущества», согласно которому предприятия получили право выкупать арендуемые помещения;

- созданы специальные фонды поддержки малого и среднего бизнеса (субсидируемые государством), которые берут на себя поручительства по кредитам коммерческих организаций в размере до 50% от суммы обязательств заемщика, а также компенсируют часть процентной ставки;

- обязательная сертификация заменена декларацией соответствия для сокращения издержек на процедуры подтверждения безопасности товаров и услуг.

На сегодняшний день малые и средние предприятия в развитых странах составляют важнейший сектор национальных экономик. Если крупные предприятия определяют уровень научно-технического и производственного потенциала страны, то малые и средние предприятия (далее МСП), являясь наиболее массовой формой деловой жизни, обеспечивают социально-экономическую стабильность. Естественно, что развитие малых предприятий в различных странах имеет свои особенности, вытекающие из исторических традиций, и, как правило, зависит от достигнутого уровня экономического развития, а также от целей, стоящих перед МСП. Так, согласно статистике, на МСП США занято около 50% экономически активного населения, в странах Евросоюза – 60–70% и вклад в ВВП от деятельности МСП составляет 60%. В России на малых и средних предприятиях трудится 25% экономически активного населения и вклад в ВВП в 2012 году составил 23% [4].

Таким образом, российские коммерческие организации на сегодняшний день, к сожалению, не готовы стать альтернативой сырьевой экономике и смягчить кризисные явления за счет массового предоставления рабочих мест уволенным из крупных компаний. Кроме того, экономическая ситуация в нашей стране, включая развитие коммерческого сектора, значительно зависит от динамики мировых сырьевых рынков: цен на нефть, газ и другие природные ресурсы. Одним из наиболее стратегически важных регионов России, с точки зрения наличия сырьевых ресурсов, является Ханты-Мансийский автономный округ – Югра. Рассмотрим развитие субъектов малого и среднего бизнеса в данном регионе.

Ханты-Мансийский автономный округ (историческое название – Югра) образован в 1930 году, на сегодняшний день является частью Уральского федерального округа (УРФО). В состав ХМАО – Югры входят 106 муниципальных образований, наиболее крупные из которых – города Ханты-Мансийск, Сургут, Нижневартовск, Когалым; общая численность постоянного населения округа составляет 1 583 500 человек [5].

Специфика развития экономики ХМАО – Югры связана непосредственно с нефтяными и газовыми месторождениями: округ является одним из крупнейших нефтедобывающих регионов мира, в России также лидирует по производству электроэнергии и объему инвестиций в основной капитал. Так, в целом по России объем добычи нефти за 2010 год составил 505,2 млн. тонн, из которых на долю ХМАО – Югры приходится 52,6% общероссийской добычи нефти [5]. Лидерами по добыче нефти являются такие компании, как ОАО «Роснефть», ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «Лукойл» и ОАО «ТНК-ВР». Основную долю выработки электроэнергии на территории автономного округа обеспечивают ОАО «Сургутская ГРЭС-1», ОАО «Сургутская ГРЭС-2» и ОАО «Нижневартовская ГРЭС». Все это не может не сказаться на развитии коммерческого сектора региона.

Охарактеризуем основные факторы, от которых зависит динамика развития коммерческих организаций, в первую очередь это *потребительские доходы на душу населения*. В ХМАО – Югре по итогам 2011 года эта цифра составляла 24 500 рублей, а уже в 2012 году показатель вырос до 30 985 рублей. На увеличение доходов населения по итогам 2012 года повлияло:

- рост номинальной заработной платы работников, в том числе работников бюджетной сферы (с 1 января 2012 года проиндексирована заработная плата бюджетников на 7%);
- прирост сбережений во вкладах и ценных бумагах (в 2,3 раза к 2011 года);
- низкий уровень инфляции по сравнению с соответствующим периодом 2011 года;
- благоприятная внешнеэкономическая конъюнктура мировых сырьевых рынков (средняя мировая цена на нефть марки «Urals» за 2012 год составила 111,02 долларов США за баррель, увеличившись на 1,4% к соответствующему периоду 2011 года).

Однако, согласно финансовому прогнозу, далее потребительские доходы на душу населения будут расти умеренными темпами, составив в 2013 году около 33 900 рублей, в 2015 году – 37 600 рублей.

Вследствие увеличения потребительских доходов происходит увеличение оборота розничной торговли, который является своего рода экономическим индикатором и отражает тенденцию развития предприятий малого и среднего бизнеса. Так, в 2011 году в ХМАО – Югре оборот розничной торговли составил 259 553,9 млрд. рублей, а по итогам 2011 года увеличился до 285 014 млрд. рублей [6].

Кроме того, уровень зарегистрированной безработицы в ХМАО – Югре за 2012 год является одним из самых низких по России – 0,58% к численности экономически активного населения [6]. Позитивная динамика данных факторов способствует росту потребительской уверенности и, соответственно, увеличению объема продаж в коммерческом секторе.

Вместе с тем развитие отечественного коммерческого сектора оказалось очень уязвимым перед мировым финансово-экономическим кризисом 2009 года. Рассмотрим показатели развития малых и средних предприятий ХМАО – Югры в период кризиса и на посткризисном пространстве в сравнении с аналогичными показателями по России в целом.

Таблица 1

**Показатели развития предприятий малого и среднего бизнеса
в ХМАО – Югре и Российской Федерации**

Показатели развития МСП	2009 год	2012 год
Количество средних предприятий в РФ	17 476	18 012
из них в ХМАО – Югре	187	228
Количество малых предприятия (с учетом микропредприятий) в РФ	1 602 491	1 882 000
из них в ХМАО – Югре	14 567	22 167
Оборот малых и средних предприятий по РФ, млрд. руб.	19 903,0	17 000,0
из них в ХМАО – Югре, млрд. руб.	306,0	480,0
Доля МСП в ВВП РФ	21%	23%
Доля МСП в ВРП (валовый региональный продукт) ХМАО – Югры	16,57 %	19,5%

Рассматривая показатели развития МСП ХМАО – Югры и России в целом, следует отметить, что их количество растет, несмотря на прошедший финансово-экономический кризис и сокращение численности коммерческих организаций в других регионах. Так, к 2012 году число малых предприятий (с учетом микропредприятий) ХМАО – Югры существенно увеличилось, что, однако, в таких же пропорциях не сказалось на увеличении численности работающих на МСП. Среднесписочная численность работников, занятых в коммерческих организациях ХМАО – Югры, составила в 2009 году 111 714 человек, а концу 2012 года 127 000 человек – это только около 12% от общего населения ХМАО – Югры [6]. По России в целом эта цифра составляет 27,5%; для сравнения в странах Евросоюза занятость в МСП – 50–60% от экономически активного населения.

Несмотря на рост количества общероссийских МСП, их денежный оборот в 2012 году значительно снизился, это связано с длительным восстановлением коммерческих организаций в посткризисный период. Также, если говорить о России в целом, после кризиса произошло снижение доходов населения, сопровождающееся ростом цен на товары и услуги и, как следствие, – уменьшение покупательной способности, что и повлекло за собой негативные тенденции снижения оборота денежных средств.

По меркам региона значительно увеличился оборот малых и средних предприятий ХМАО – Югры, который в 2000 году составлял всего 10,1 млрд. рублей, в 2009 году – 306,0 млрд. рублей, а в 2012 году – 480,0 млрд. рублей [7]. Однако на сегодняшний день этого недостаточно, так как доля МСП в ВРП (валовый региональный продукт) ХМАО – Югры составляет всего 19,5%. Отметим, что по восьми федеральным округам объемы оборотов МСП Уральского федерального округа (куда входит ХМАО – Югра) находятся на 5-м месте. Среди лидеров – Центральный, Приволжский и Северо-Западный федеральные округа. Перспективным на сегодняшний день является развитие МСП в Дальневосточном федеральном округе за счет большого количества строительных объектов и внешней торговли с азиатскими странами.

Касательно общероссийских показателей развития МСП увеличивается доля кредитования малых и средних предприятий в общем объеме банковских кредитов: несмотря на кризисный период, в 2008 году эта цифра составила 18%, а в 2012 – 22%. Это гово-

рит о наращивании объемов производства, выходе на новые рынки, вследствие чего коммерческим организациям требуется дополнительное финансирование. Кроме того, доля кредитов МСП, покрываемых региональными фондами поручительств (например, Фонды поддержки предпринимательства), увеличилась с 0,2% в 2008 году до 3% в 2012 году. Однако эти показатели развития недостаточны, в целом объем кредитования МСП в России по итогам 2012 года составил 4 трлн. рублей, а в США – 37 трлн. рублей [7].

Таблица 2

**Отраслевая структура предприятий малого и среднего бизнеса
в ХМАО – Югре и Российской Федерации (по итогам 2010 года)**

Отраслевая структура МСП	Российская Федерация	ХМАО – Югра
Сельское хозяйство, охота	4,0	1,30
Добыча полезных ископаемых	0,4	4,25
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	0,7	2,20
Обрабатывающее производство	9,7	10,3
Строительство	11,1	16,2
Оптовая и розничная торговля, ремонт автомашин и бытовых изделий	38,0	34,3
Гостиницы и рестораны	2,9	2,3
Транспорт и связь	6,1	10,0
Операции с недвижимым имуществом, аренда	21,1	15,2
Прочие, коммунальные, персональные услуги, здравоохранение	6,0	4,0

Следует отметить, что в целом отраслевая структура МСП ХМАО – Югры существенно не отличается от общероссийской: доминирует сектор оптовой и розничной торговли, операции с недвижимым имуществом. Однако показатели по строительству чуть выше, чем по России в целом, это связано с тем, что ХМАО – Югра является регионом с высоким уровнем экономического потенциала, привлекательным для строительного бизнеса. Так, в 2009 году на территории региона было введено в эксплуатацию 712 тысяч кв.м. жилья, и уже в 2012 году этот показатель составил 1 012 тысяч кв.м. [5].

Также в ХМАО – Югре немного интенсивнее, чем по России в целом, развиваются секторы МСП: добыча полезных ископаемых и производство и распределение электроэнергии, газа и воды. Это связано с тем, как уже отмечалось выше, что регион занимает лидирующие позиции по добыче нефти и газа и производству электроэнергии. Однако для таких масштабов производства доля коммерческих организаций в этих секторах мала и в целом структура МСП ХМАО – Югры выглядит нерационально: существенно доминирует оптовая и розничная торговля.

Наряду с общероссийскими, на территории ХМАО – Югры присутствуют проблемы, замедляющие развитие коммерческих организаций, среди которых сами предприниматели отмечают следующие: административные барьеры, высокие налоги, незащищенность прав собственности, зависимость экономики от сырьевого экспорта, коррупция при проведении государственных закупок, попытки рейдерских захватов, нарушения при

проверках, распространение контрафактной продукции, непрозрачное регулирование тарифов на электро-, теплоэнергию и газоснабжение.

Так, предприниматели отмечают увеличение уровня коррупции и неэффективность судебной системы по сравнению с докризисным периодом, однако, сократилась нехватка высококвалифицированных кадров. Сергей Мигин, заместитель генерального директора Национального Института системных исследований, пишет, что малый и средний бизнес на сегодняшний день еще не пережил последствия кризиса, и пока не будет решена ключевая задача повышения качества институциональной среды и снятия избыточных бюрократических барьеров, эффект от финансовых вливаний, который осуществляется правительством РФ в МСП, будет минимальный [7].

Несмотря на это, правительство России ставит перед собой глобальные задачи: к 2020 году в малом и среднем бизнесе должно сосредоточиться не менее 50% процентов трудоспособного населения России. То есть необходимо вдвое увеличить число МСП, причем это планируется сделать за счет высокотехнологичных предприятий: развивать сектора интеллектуального и творческого труда, работающие на глобальном рынке, экспортирующие свои продукты и услуги. Следует отметить, что, по данным Минэкономразвития, несмотря на существующие проблемы, россияне с каждым годом становятся более оптимистичны в отношении создания собственного бизнеса. Так, в 2008 году доля граждан, желающих начать свое дело, составляла 2,5%, а по итогам 2012 года – 10%.

У ХМАО – Югры есть все перспективы занять в этом процессе одну из лидирующих позиций и увеличить долю МСП в валовом региональном продукте. Необходимо увеличивать финансирование и количество малых и средних предприятий в сфере обрабатывающего производства, добычи полезных ископаемых, производстве и распределении электроэнергии. Также следует увеличить количество государственных и муниципальных заказов, размещаемых у субъектов МСП, в 2012 году этот показатель по региону составил 6,6 млрд. рублей или 13% от общего годового объема поставок товаров и выполненных работ [5]. Кроме того, не до конца исчерпан потенциал округа по развитию сферы гостиничного и туристического бизнеса, предоставления персональных услуг населению. Так, например, ежегодное прибытие туристов в ХМАО – Югру увеличилось до 450 тысяч человек в 2012 году по сравнению с 2011 годом – 365 тысяч человек, за счет Международных соревнований по биатлону и развития перспективного направления «этнический туризм».

Можно сделать вывод, что Ханты-Мансийский автономный округ – Югра обладает необходимыми предпосылками для стабильного развития коммерческих организаций, однако следует учесть, что наиболее перспективными для развития экономики субъектами МСП на сегодняшний день являются инновационные предприятия, а также сектор интеллектуального и творческого труда.

Литература

1. Федеральный закон от 24 июля 2007 года № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации».
2. Набиуллина Э. О приоритетах экономической политики в 2010 году // Экономист. – 2010. – № 1. – С. 5.
3. Кушлин В. Посткризисная экономика: управление развитием // Экономист. – 2011. – № 6. – С. 14.

4. Гринспен А. Эпоха потрясений: проблемы и перспективы мировой финансовой системы. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2009.
5. Малый бизнес Югры – 2010 год // Информационно-аналитический ежегодник, Фонд поддержки предпринимательства Югры, 2011.
6. Стратегия социально-экономического развития Ханты-Мансийского автономного округа – Югры до 2020 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.depeconom.admhmao.ru/wps/portal/ecr/home/ser_hmao.
7. Динамика развития малого предпринимательства в регионах России за 2012 год // Ежегодный информационно-аналитический доклад Национального института системных исследований проблем предпринимательства. – февраль, 2013.

А.П. Сунцов

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ПУБЛИЧНОЙ ВЛАСТИ ПО ОКАЗАНИЮ БЕСПЛАТНОЙ ЮРИДИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ ГРАЖДАНАМ

Закрытый перечень участников государственной системы бесплатной юридической помощи, установленный Федеральным законом от 21 ноября 2011 года № 324-ФЗ «О бесплатной юридической помощи в Российской Федерации» [1], побуждает к осмыслению такой формы деятельности законодательных (представительных) органов государственной власти субъектов Российской Федерации и представительных органов местного самоуправления, как *работа депутатов с избирателями посредством приема граждан и рассмотрения их обращений*.

С правовыми вопросами к депутатам представительных органов власти обращаются ежегодно малообеспеченные граждане, граждане из числа детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, граждане, пострадавшие от пожаров, то есть те, кому такая помощь должна оказываться участниками государственной системы бесплатной юридической помощи.

В соответствии со статьей 15 Федерального закона 324-ФЗ участниками государственной системы бесплатной юридической помощи являются:

- федеральные органы исполнительной власти и подведомственные им учреждения;
- органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации и подведомственные им учреждения;
- органы управления государственных внебюджетных фондов;
- государственные юридические бюро.

Такое положение, по мнению членов Совета при Тюменской областной Думе по повышению правовой культуры и юридической грамотности населения Тюменской области, в значительной степени обусловлено как слабой информированностью населения о возможности получения бесплатной юридической помощи, так и необходимостью законодательного дополнения перечня видов оказываемой бесплатной юридической помощи [2].

Правовой институт обращений граждан в органы государственной власти и местного самоуправления характеризуется многогранностью правовой природы и представляет собой актуальный предмет исследования науки «Конституционное право» [3].

Во-первых, поскольку право гражданина на обращение является конституционным, отражая наиболее коренные отношения между гражданином и органами государственной власти, оно имеет абсолютный, неограниченный и неотчуждаемый характер, представляя собой основную часть не только правового, но и конституционного статуса гражданина Российской Федерации.

Во-вторых, решение вопросов, поставленных в обращении гражданина, означает не только защиту его нарушенного права или законного интереса, но и устранение недостатков в деятельности государственных органов и органов местного самоуправления. Следовательно, налицо реальный учет мнения гражданина в принятии управленческих

решений. Поэтому право гражданина на обращение – политическое право. Оно является одной из форм свободы мнений и слова, конкретизацией права на участие в управлении делами государства и входит в систему политических прав и свобод гражданина.

В-третьих, обращения в органы государственной власти и местного самоуправления – необходимый элемент обратной связи между гражданами и формируемыми ими органами государственной власти и местного самоуправления. В этом качестве оно является неотъемлемой частью представительной демократии.

В-четвертых, обращения граждан в органы государственной власти и местного самоуправления представляют собой одну из составных частей народовластия, осуществляемого в виде обязательных для рассмотрения в установленном порядке содержащихся в обращениях гражданских инициатив, направленных на решение общественно значимых вопросов. Значит, обращения граждан являются одним из институтов непосредственной демократии.

Таким образом, право граждан на обращение имеет высокий политико-правовой статус. Практическая реализация этого права непосредственным образом сказывается на развитии демократии, укреплении основ правового государства, создании социальной атмосферы, которая бы вовлекала каждого человека в созидательный процесс преобразования экономики и социальной сферы, в управление делами государства. Гражданин наделен широким спектром прав и свобод. Он выступает и в роли своего рода защитника публичной власти, и в роли ее оппонента, а нередко в роли нуждающегося в покровительстве и защите.

Как верно отметил профессор Ю.А. Тихомиров, «... для деятельности гражданина в публично-правовой сфере характерно осуществление прав и свобод путем самореализации через публичные институты. В отличие от норм частного права, предоставляющих гражданину возможность самому реализовать свое право в допускаемых легальных формах, здесь всегда возникают двусторонние отношения. Одной стороной всегда выступает субъект властных отношений, на которого законом возложена обязанность содействовать осуществлению прав, свобод граждан и быть гарантом» [4].

Еще статья 13 Конвенции о защите прав человека и основных свобод (заключена в г. Рим 04.11.1950) [5] указывала, что каждый, чьи права и свободы, признанные в Конвенции, нарушены, имеет право на эффективное средство правовой защиты в государственном органе, даже если это нарушение было совершено лицами, действовавшими в официальном качестве. По своей сути, право на обращение можно рассматривать в двух содержательных значениях.

Во-первых, право на обращение – это один из действенных механизмов защиты прав, свобод и законных интересов граждан.

Во-вторых, право на обращение – это одна из форм реализации народовластия. Гражданин, обращаясь с предложениями, гражданской инициативой, может участвовать в принятии решений государственными и муниципальными органами. Кроме того, обращения граждан можно назвать формой обратной связи власти и общества.

Все обращения, являются ли они предложениями, заявлениями или жалобами, объединяет сущностный критерий: они несут в себе общественно значимую информацию даже тогда, когда автор касается личных вопросов, таких как: регистрация собственности, газификация дома, оказание материальной помощи и другие.

Обращения же, поднимающие вопросы широкого общественного звучания, представляют особый правовой интерес. Они касаются фундаментальных принципов нашего

бытия. Демократизация общественной жизни, многопартийность, плюрализм мнений способствуют тому, что одна и та же проблема осмысливается авторами по-разному, а потому сопоставление точек зрения граждан, их углубленный анализ позволяют выявить тенденции в общественных умонастроениях, приоритеты и предпочтения широкого круга людей и использовать выводы в практической (правоприменительной) деятельности представительного органа государственной власти или местного самоуправления.

Права гражданина направлять личные и коллективные обращения в государственные органы, органы местного самоуправления и их должностным лицам закреплены в Декларации прав и свобод человека и гражданина от 22 ноября 1991 г. [6], в Конституции Российской Федерации (статья 33) [7], Федеральном законе от 02 мая 2006 года № 59-ФЗ «О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации» [8], в нормативных правовых актах органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления.

Так, например, порядок работы депутатов Тюменской областной Думы с избирателями регулируется Законом Тюменской области «О статусе депутата Тюменской областной Думы» [9], Регламентом Тюменской областной Думы (гл. 35, ст. 217.) [10], иными нормативными правовыми актами Тюменской области.

Депутаты Тюменской областной Думы должны поддерживать постоянную связь с избирателями путем проведения встреч, подготовки отчетов, информирования избирателей о деятельности Тюменской областной Думы и реализации наказов избирателей, а также путем рассмотрения поступивших в адрес депутатов обращений, приема граждан и изучения общественного мнения [11].

Проведенное исследование показывает, что наиболее типичными причинами обращений граждан в форме жалобы являются следующие обстоятельства:

- ненадлежащее исполнение служебных обязанностей должностными лицами государственных органов власти и органов местного самоуправления;
- недостатки в работе учреждений по предоставлению государственных и муниципальных услуг;
- нарушение законодательства в деятельности государственных учреждений, общественных объединений и частных предприятий;
- непринятие во внимание государственными органами власти и органами местного самоуправления законных интересов граждан при исполнении своих функций;
- недостаточная информированность о деятельности учреждений по предоставлению государственных и муниципальных услуг;
- низкая правовая грамотность населения;
- другие.

Тематика вопросов, изложенных в обращениях граждан, в разрезе территорий за период с 15 декабря 2011 года по 30 июня 2012 года характеризуется следующим образом (см. таблицу).

Тематика вопросов в разрезе территорий [12]

Тематика вопросов	Количество вопросов				
	Юг Тюменской области	ХМАО – Югра	ЯНАО	Другие субъекты РФ	Без почтового адреса
1	2	3	4	5	6
1. Вопросы государства, общества, политики	238	110	25	3	–
2. Жилищные вопросы, в том числе	752	551	161	4	1
- предоставление (строительство) жилья	315*	148*	89*	2*	1*
- переселение из аварийного и ветхого жилья	97*	102*	21*	–	–
3. Вопросы коммунального хозяйства, в том числе	799	203	44	1	1
- благоустройство территорий	109*	42*	7*	1	1
- эксплуатация и ремонт жилищного фонда	173*	34*	8*	–	–
- оказание материальной помощи на ремонт жилых помещений	306*	39*	1*	–	–
4. Вопросы социального обеспечения, в том числе	1327	365	58	1	2
- меры социальной поддержки (компенсации, льготы и т.д.)	74	51	25	–	–
- оказание материальной помощи в рамках социального обеспечения	1075*	189*	11*	1	1
5. Вопросы труда и занятости населения, в том числе	386	184	66	1	–
- награждение и присвоение почетных званий	300*	69*	17*	–	–
6. Вопросы образования, в том числе	541	369	111	1	–
- материально-техническое обеспечение учреждений образования	289*	251*	72*	–	–
7. Вопросы здравоохранения	215	219	23	–	–
8. Вопросы молодежной политики, физической культуры и спорта	122	130	19	–	–

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6
9. Вопросы науки, культуры и информации, в том числе	173	158	19	1	–
- материально-техническое обеспечение учреждений науки, культуры и информации	99*	108*	14*	–	–
10. Вопросы финансовой, хозяйственной и предпринимательской деятельности	257	69	12	2	–
11. Вопросы обеспечения законности и правопорядка	156	61	13	3	1
12. Вопросы АПК	51	2	2	1	–
13. Садово-огороднические и дачные кооперативы	32	7	1	–	–
14. Природные ресурсы, экология	9	6	1	–	–
15. Военная служба	15	2	2	–	–
16. Иные вопросы	194	56	5	2	–
Общий итог	5269	2492	562	20	5

Примечание: * – процентное соотношение, указано исходя из количества вопросов в рамках блока классификатора.

Как видно из представленных статистических данных аналитического обзора, социальные, экономические, правовые и другие преобразования, проводимые в стране, отразились на характере обращений. Значительная часть обращений к депутатам Тюменской областной Думы связана с правовыми вопросами социальной поддержки в трудной жизненной ситуации. Граждан также волнуют вопросы пролонгации федеральной целевой программы «Жилище», приобретения, строительства жилья для молодых и многодетных семей, проблемы выделения субсидий и предоставления займов.

Сегодня значительное место в тематике обращений граждан занимают вопросы, связанные с социальным обеспечением, социальной защитой и занятостью населения.

Безусловно, такое положение побуждает искать новые пути повышения эффективности работы с устными и письменными обращениями граждан с учетом того, что для деятельности гражданина в публично-правовой сфере характерно осуществление прав и свобод путем самореализации через публичные институты.

При рассмотрении обращений граждан депутат:

1) обеспечивает объективное, всестороннее и своевременное рассмотрение обращения, в случае необходимости – с участием гражданина, направившего обращение;

2) запрашивает необходимые для рассмотрения обращения документы и материалы в государственных органах, органах местного самоуправления и у должностных лиц в соответствии с действующим законодательством;

3) принимает меры, направленные на восстановление или защиту нарушенных прав, свобод и законных интересов гражданина;

4) дает письменный ответ по существу поставленных в обращении вопросов;

5) уведомляет гражданина о направлении его обращения на рассмотрение в другой государственный орган, орган местного самоуправления или иному должностному лицу в соответствии с их компетенцией.

Информирование по иным вопросам осуществляется только на основании письменного обращения. Индивидуальное письменное информирование о порядке исполнения обращения граждан в Тюменскую областную Думу осуществляется путем направления ответов почтовым отправлением, электронной почтой, факсимильной связью.

Сегодня в работе депутатов законодательных (представительных) органов государственной власти субъектов Российской Федерации и представительных органов местного самоуправления активно используются новейшие технологии делопроизводства и информационного обеспечения деятельности. Применяются информационные программы, создаются базы данных.

Информация используется не только для учета и составления многочисленных отчетных форм по работе с обращениями граждан, но и для подборки материалов по конкретному гражданину (по каким вопросам и когда обращался, какие ответы были ему даны ранее), а также для подготовки аналитических обзоров по обращениям, например, по конкретному избирательному округу. Обработанная таким образом информация активно используется при подготовке к встречам с гражданами, избирателями и др.

Таким образом, работа депутатов представительных органов власти по осуществлению приема граждан, консультированию их по правовым вопросам предопределяет несколько сущностных составляющих:

1) является важным элементом представительной функции коллегиального органа публичной власти, в том числе в целях получения государственными органами и органами местного самоуправления информации от граждан о качестве и недостатках своей работы;

2) способствует усилению контроля со стороны граждан за деятельностью государственных органов и органов местного самоуправления, борьбе с различными недостатками в их работе, является эффективной мерой противодействия коррупционным проявлениям, поскольку представляет собой способ информационного взаимодействия населения с органами публичной власти;

3) является неотъемлемым элементом реализации права граждан на оказание им бесплатной юридической помощи законодательными (представительными) органами государственной власти субъектов Российской Федерации и представительными органами местного самоуправления путем осуществления правового консультирования по различным вопросам.

Литература

1. Федеральный закон от 21.11.2011 № 324-ФЗ «О бесплатной юридической помощи в Российской Федерации» // СЗ РФ. 28.11.2011. – № 48. – Ст. 6725.

2. Решение Совета при Тюменской областной Думе по повышению правовой культуры и юридической грамотности населения Тюменской области от 30.10.2012 № 43 «О ходе оказания в Тюменской области бесплатной юридической помощи» (из архива автора).

3. Карасева М.В. Конституционное право граждан СССР на обжалование. – Воронеж, 1989. – С. 10; Любимов А.П. Гражданский лоббизм: процедуры и технологии об-

ращения граждан. – М., 1998. – С. 4; Дворак А.А. Реализация конституционного права граждан на обращения в Российской Федерации: Дис. ... канд. юр. наук. – М., 2004. – С. 54; Ширококов С.А. Конституционное право человека и гражданина на обращения: Автореф. дис. ... канд. юрид. наук. – Екатеринбург, 1999. – С. 8 и др.

4. Тихомиров Ю.А. Публичное право. – М., 1995. – С. 133.

5. Конвенция о защите прав человека и основных свобод. Вместе с Протоколом №1 (подписан в г. Париж 20.03.1952 г.), Протоколом № 4 «Об обеспечении некоторых прав и свобод помимо тех, которые уже включены в Конвенцию и первый Протокол к ней» (подписан в г. Страсбург 16.09.1963 г.), Протоколом № 7 (подписан в г. Страсбург 22.11.1984 г.) // СЗ РФ. 2001. № 2. Ст. 163; Бюллетень международных договоров. – 2001. – № 3.

6. Постановление Верховного Совета РСФСР от 22.11.1991 № 1920-1 «О Декларации прав и свобод человека и гражданина» // Ведомости СНД РСФСР и ВС РСФСР. – 1991. – № 52. – Ст. 1865.

7. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ) // СЗ РФ. – 2009. – № 4. – Ст. 445.

8. Федеральный закон от 02.05.2006 № 59-ФЗ (в ред. от 27.07.2010, с изм. от 18.07.2012) «О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации» // СЗ РФ. – 2006. – № 19. – Ст. 2060.

9. Закон Тюменской области от 27.06.1994 № 1 (в ред. от 07.06.2012 № 50) «О статусе депутата Тюменской областной Думы» // Вестник Тюменской областной Думы. – 1994. – № 6.

10. Постановление Тюменской областной Думы от 14.02.2008 № 604 (в ред. от 28.06.2012) «О Регламенте Тюменской областной Думы» // Вестник Тюменской областной Думы. Спецвыпуск. – 2008. – № 1.

11. Постановление Тюменской областной Думы от 22.03.2012 № 171 «О внесении изменений в Регламент Тюменской областной Думы».

12. Информационно-аналитический обзор по итогам работы с обращениями, поступившими в Тюменскую областную Думу с 15 декабря 2011 года по 30 июня 2012 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.duma72.ru/ru/citizens_claims/. – Загл. с экрана.

О.И. Печоник

**ВЛИЯНИЕ НОРМ ВСЕМИРНОЙ ТОРГОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
НА ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕХОДА
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
НА НОВЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УКЛАД**

Результаты реформирования и развития аграрно-промышленного комплекса России за последние 20 лет являются неоднозначными. На наш взгляд, именно технологическое «запаздывание» развития сельского хозяйства в сравнении с развитыми западными странами в советский период и технологическая деградация в современный российский период является важнейшим проблемным аспектом современного АПК. Об этом свидетельствует сопоставление современного уровня развития технологий АПК его с ядрами технологических укладов (ТУ) [1] (рис. 1).

Статистика фиксирует достаточно печальную картину: доля инновационно активных предприятий в АПК – всего 4–5%, доля новой техники и технологий – еще меньше, на приобретение прогрессивных технологий тратятся незначительные суммы. Происходит свертывание хозяйственной деятельности, разрушение инфраструктуры и сельской среды в большинстве регионов России. В частности, в Курганской области только за период с 1990 г. по 2011 г. количество тракторов на 1000 га пашни снизилось с 8,1 шт. до 4,2 шт., а нагрузка на пашни выросла в 1,9 раза. Обеспеченность сельского хозяйства сельскохозяйственными машинами в Курганской области составляет 60–70%, их изношенность – 95% [2]. Это ведет к нарушению технологий и уменьшению производства зерна.

О каком улучшении качественных показателей аграрной сферы экономики можно говорить в условиях, когда, к примеру, в Курганской области модернизация производственных мощностей сельского хозяйства с 2000 г. практически не осуществлялась? Судя по показателям обработки почвы минеральными и органическими удобрениями (это технологии растениеводства, относимые к 4 технологическому укладу), Курганская область также значительно отстает. Внедрение инновационных приемов происходит медленно и со значительными трудностями и издержками.

За годы реформ значительно сократилась численность исследователей в Курганской области по областям сельскохозяйственных наук: с 54 чел. в 1995 г. до 38 чел. в 2011 г. Кроме того, снизился образовательный уровень руководителей сельхозпредприятий Курганской области. Уже не редкость, когда крупные хозяйства в области возглавляют руководители, не имеющие даже среднего специального образования. Без развития научной сферы и повышения образовательного уровня в сельской местности невозможно создать условия для перехода к 5–6 технологическому укладу.

Технологический уклад (период)	Ядро технологического уклада	Страны-лидеры технологического уклада	Особенности технологического уклада
I технологический уклад (1770-1830 гг.)	Простейшая механизация ручного труда	Великобритания	<ul style="list-style-type: none"> - обработка железа и получение сельскохозяйственных инструментов из железа; - использование древесного топлива; - водный двигатель; - механизация АПК.
II технологический уклад (1830-1880 гг.)	Энергия пара и угля	Англия, США, Германия, Франция, Россия	<ul style="list-style-type: none"> - паровой двигатель; - использование железнодорожного и прочего транспорта; - появление станков; - рост масштабов механизации и концентрация АПК.
III технологический уклад (1880-1930 гг.)	Электрическая энергия	США, Англия, Германия, Австрия, Россия	<ul style="list-style-type: none"> - активизация развития аграрной науки и агроконсалтинга; - активная фаза начала развития сельскохозяйственного машиностроения.
IV технологический уклад (1930-1970 гг.)	Энергия углеводородов, двигатель внутреннего сгорания	США, Япония, Англия, Германия, СССР	<ul style="list-style-type: none"> - комплексная механизация, электрификация, химизация и мелиорация сельскохозяйственного производства; - «зеленые революции».
V технологический уклад (1970-2030 гг.)	Электронная и атомная энергетика, геномная инженерия	США, Япония, Англия, Германия	<ul style="list-style-type: none"> - интеллектуализация и активная автоматизация сельскохозяйственного производства («киберфермерство», инбиагре); - ресурсосберегающие агро- и зоотехнологии.
VI технологический уклад (2030-....)	Наноэнергетика	США, Япония, Англия, Германия	<ul style="list-style-type: none"> - активное внедрение принципов устойчивого развития аграрного сектора, молекулярная биология, геномная инженерия, нанотехнологии; - продукционное земледелие.

Рис. 1. Основные характеристики технологических укладов в АПК

Таким образом, продолжающийся процесс ухудшения состояния производственного потенциала АПК: земли, основных фондов и трудовых ресурсов *не позволяет сельскому хозяйству Курганской области перейти на новый технологический уклад* и выпускать конкурентоспособную продукцию. Сегодня с полным основанием можно утверждать, что отечественное сельское хозяйство в целом и Курганской области в частности в существующих организационно-экономических формах (судя по показателям объемов

производства и продуктивности) находится на уровне *не выше 3–4 технологического уклада*. Если не произойдет принципиальных изменений, то из-за прогрессирующего сокращения трудоспособной части сельского населения и свёртывания товарного производства в личных подворьях уже в ближайшие годы может возобновиться спад по ключевым производственным показателям АПК Курганской области. Возобновление поступательного и гармоничного развития аграрной экономики в современных условиях возможно только на основе появления нового типа хозяйствующих субъектов, способных к развитию на инновационной основе и заинтересованных в глубоком структурном преобразовании технико-ландшафтных структур аграрного производства и сельской среды.

С 22 августа 2012 г. Россия официально стала 156-й страной-членом ВТО: вступил в силу протокол о присоединении РФ к этой организации, подведший черту под 18-летним марафоном переговорного процесса. Как повлияет этот факт на процесс перехода АПК Курганской области на 5–6 технологический уклад, который рассматривается нами как основа перехода к устойчивому социально-экономическому развитию страны, к самодостаточности и самоорганизации ее регионов?

Вообще Всемирная торговая организация открыто не занимается экономическими и политическими вопросами, а только регламентирует международную торговлю. Основной целью ВТО является создание на основе единых правовых норм торговой системы, при которой предприятия стран – членов ВТО могут торговать друг с другом на основе справедливой и свободной конкуренции [3].

Однако важно отметить несколько условий функционирования в рамках ВТО. Во-первых, ВТО накладывает патентные ограничения на использование новых технологий. Чтобы понять, что это означает для России, достаточно сказать, что 97% мировых патентов принадлежат высокоразвитым странам. В том числе, патенты на все разработки и ноу-хау, сделанные в СССР/России и вывезенные из страны за последние 20 лет либо в порядке проведения исследований на зарубежные гранты, либо в форме «утечки мозгов». В результате поставки в Россию оборудования и технологий в целях планируемого технологического перевооружения АПК будут иметь «патентную» надбавку к цене.

Во-вторых, TRIMS (соглашение по инвестициям) запрещает выдвигать иностранным инвесторам особые условия приема инвестиций. В частности, Россия не сможет требовать от зарубежных корпораций использования продуктов, сырья и материалов, произведенных в стране, нанимать в качестве части работников население страны, а также выдвигать в качестве инвестиционного условия требования передачи технологий. В этой части соглашений по ВТО Россия (в отличие от Китая, Индии, Бразилии, ЮАР) существенных особых условий для себя не оговорила [4]. До вступления в ВТО действовали соглашения о разделе продукции (СРП), требующие, чтобы не менее 70% оборудования и услуг, используемых в проектах, были российского производства. Однако закон об СРП потребует отменить как противоречащий правилам ВТО.

В-третьих, Россия при вступлении в ВТО открывает допуск иностранных лиц в сферу услуг патентных поверенных. Это создает возможности неограниченной утечки допатентной информации (технологических решений и ноу-хау) из страны. То есть угрожает информационной и национальной безопасности России и противоречит ГК РФ и Федеральному закону «О патентных поверенных» (с 1993 г. из соображений национальной безопасности патентными поверенными в России могут быть только российские граждане).

Открытие границ для стран-участниц ВТО и ослабление таможенных барьеров вместо ожидаемого притока на наш рынок новейших технологий может спровоцировать обратный процесс. *К нам повезут не новые технологии, а товары.* Судите сами: если какое-либо государство добилось в ходе переговоров для себя высоких таможенных пошлин на ввоз импортной продукции, то везти к нему технологии и строить производства на его территории становится экономически оправданным, а если его таможенные барьеры малы, то к чему такие затраты – проще привезти готовый товар.

Основной вектор перехода к 6 технологическому укладу лежит в области динамично меняющихся преимуществ субъектов экономики, обусловленных научно-техническими достижениями [5]. Однако, исследовав условия вступления России в ВТО, следует признать, что они не способствуют научно-технологическому развитию страны, ее интеграции в мировую экономику на основе хай-тека, а значит, *вступление в ВТО не приблизит Россию к переходу на 6 технологический уклад.* Ни в одной стране вступление в ВТО не вызвало бурного подъема экономики, технологического рывка или ускорения вожделенной модернизации. Этот вывод еще раз подтверждает закон, сформулированный Ф. Листом: «Повсеместное и тотальное установление принципа свободной торговли, максимальное снижение пошлин и способствование предельной рыночной либерализации на практике усиливает то общество, которое давно и успешно идет по рыночному пути, но при этом ослабляет, экономически и политически подрывает то общество, которое имело иную хозяйственную историю и вступает в рыночные отношения с другими более развитыми странами тогда, когда внутренний рынок находится еще в зачаточном состоянии» [6].

Если называть вещи своими именами, страны с развитой рыночной экономикой при помощи инструментов ВТО фактически ведут деятельность по захвату наиболее перспективных и располагающих запасами углеводородов на своих территориях стран, превращая их, по сути, в свои «бензоколонки». Развивающимся странам, где сегодня проживает более 80% населения всей планеты, остается только бороться за свои интересы и отстаивать свои права при помощи имеющихся в ВТО инструментов, и зачастую небезуспешно [7]. *Поскольку конкурентоспособны сейчас на мировом рынке только российская нефть и газ – необработанная продукция 3 ТУ, то функционирование в рамках ВТО не только не создаст условий к переходу России на 6 технологический уклад, но и закрепит сырьевую направленность экономики и технологическое отставание АПК России и Курганской области.*

Наряду с технологической деградацией, совокупность социально-экономических проблем, имеющих место практически во всех регионах РФ, также является наиболее серьезным барьером на пути перехода российского АПК на путь устойчивого развития. Российское село практически разрушено: уровень и качество жизни находятся на недопустимо низкой отметке, депопуляционные процессы на грани перехода в зону геноцида российского крестьянства.

Членство в ВТО ведет к дальнейшему увеличению безработицы, падению уровня жизни, снижению рождаемости на селе. С одной стороны, об этом свидетельствует опыт развивающихся стран, которые вошли в ВТО. В докладе Организации по торговле и развитию ООН сказано: «обещанные плюсы для развивающихся стран от Уругвайского раунда переговоров ВТО были преувеличены... Вместо этого в развивающихся странах снова растут бедность и разница в доходах внутри страны и между странами, падает занятость» [8]. С другой стороны, о деградации села предупреждают прогнозы российских

ученых. Поскольку первоочередные «кандидаты на банкротство» – сельскохозяйственные отрасли, то можно предположить, что исчезнут десятки тысяч рабочих мест. В животноводстве одно рабочее место создает около 10 рабочих мест по всей стране: в логистике, переработке и т.д., то есть суммарные потери занятости в отрасли составят сотни тысяч человек.

Определяя возможности развития человеческого потенциала [9] после вступления в ВТО, нельзя не обратить внимания на изменения в сфере образования. Россия дает право деятельности зарубежным организациям в сфере начального, среднего и высшего образования на российской территории на условиях российского «национального режима». Поскольку сфера образования, особенно начального и среднего, является базой для формирования культуры и мировоззрения граждан, соглашение с ВТО тем самым дает зарубежным компаниям крайне высокие возможности влияния на культурные и мировоззренческие позиции российского молодого поколения, что также не содействует развитию человеческого потенциала с позиции перехода на 5–6 ТУ.

Итак, устойчивое развитие АПК основывается на применении технологий 5–6 ТУ. Как показал анализ, в настоящее время в АПК России и ее регионов (в частности Курганской области) данные технологии практически не используются. Смена технологического уклада возможна несколькими способами: либо экспортом из-за рубежа готовых технологий и внедрением их в России, либо разработкой технологий на основе генной инженерии, нанознергетики и др. внутри страны. Вступление в ВТО не приблизит Россию к достижению этой цели, так как, во-первых, не будет содействовать экспорту технологий, во-вторых, развитию духовного производства (в частности, науки, образования, социальной сферы) [10]. А поскольку для развитых мировых стран интересны сырьевые ресурсы России, то вступление в ВТО может закрепить сырьевую модель экономики, соответствующую технологиям 3–4 ТУ.

Однако необходимо иметь в виду, что в целом негативное, нейтральное или позитивное влияние вступления в ВТО на экономику России, ее регионов и отраслей может значительно варьироваться как в положительную, так и в отрицательную сторону. Ключевым параметром, определяющим характер такого влияния, в настоящее время становится *разработка и реализация инновационной политики в России, учитывающей мировой опыт сочетания защиты собственных интересов с членством в ВТО*. Так, членство в ВТО допускает государственное стимулирование наукоемких отраслей разными методами. Для поддержки своих высокотехнологичных отраслей страны – члены ВТО широко применяют косвенные меры нетарифного характера (они перспективны для использования в России), включающие: государственные закупки; государственное финансирование НИОКР; прямое государственное финансирование программ производства технически сложной продукции военного назначения, включая разработку и производство продукции «двойного назначения»; косвенное субсидирование программ НИОКР через налоговые и амортизационные льготы; создание особо привлекательных условий для иностранных инвестиций в производство технически сложной продукции, научную и информационную инфраструктуру и т.д. Конечно, этот опыт должен быть скорректирован с учетом социально-экономических и внутривнутриполитических целей и задач, национальных традиций, предпринимательской культуры, состояния АПК и в целом российской экономики и задач формирования 6 ТУ.

Литература

*Статья подготовлена на средства программы
фундаментальных исследований РАН № 12-И-7-2010
«Приоритетные направления модернизации региональных продовольственных систем
в условиях присоединения России к ВТО»
(руководитель д.э.н. Е.В. Пилипенко)*

1. Глазьев С.Ю. Развитие российской экономики в условиях глобальных технологических сдвигов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://spkurdyumov.narod.ru> (дата обращения: 25.04.2013).
2. Социально-экономическое положение Курганской области: статистический сборник. – Курган, 2012.
3. Состояние социально-трудовой сферы села и предложения по ее регулированию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mcx.ru> (дата обращения: 01.06.2013).
4. Условия и риски присоединения России к Всемирной Торговой Организации (ВТО) Аналитический доклад – главные факты и цифры // Аналитический доклад подготовлен Международным общественным фондом «Экспериментальный творческий центр» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://spkurdyumov.ru/future/usloviya-i-riski-prisoedineniya-k-vto/> (дата обращения: 01.10.2013).
5. Пилипенко Е.В., Габрук Е.В. Феномен торговых центров как отражение особенностей экономики знаний // Вестник Челябинского государственного университета. Экономика. Вып. 19. – 2009. – № 3 (141). – С. 19–23.
6. Лист Ф. Национальная система политической экономии / Под ред. К.В. Трубникова. – СПб., 1891.
7. Тяпухин С.В. ВТО – глобальный коммерческий проект // Торговля: бухгалтерский учет и налогообложение. – 2012. – № 8.
8. Trade and development report, 1999. – New York, Geneva: United Nations, 1999.
9. Пилипенко Е.В., Баталов Ю.В. Экономическое поле экономики знаний // Креативная экономика. – 2012. – №6 (66). – С. 91–97. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.creativeconomy.ru/articles/23813/> (дата обращения: 01.10.2013).
10. Пилипенко Е.В. Теоретические основы и методологические подходы к формированию экономики знаний в регионе: Автореферат дис. ... докт. эк. наук. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2007.

ЗДОРОВЬЕ НА СЕВЕРЕ

О.С. Медведева, В.С. Соловьев

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ТРУДОВОГО КОЛЛЕКТИВА ООО «ПК «МОЛОКО»

Проблема сохранения здоровья трудоспособного населения России, на долю которого приходится около 60%, возведена в рамки важнейших государственных задач, крайне значимых для обеспечения успешного социально-экономического развития страны и отражена в Концепции Президентской программы «Здоровье работающего населения России на 2004–2015 гг.» [1].

Развитие отечественного молочного производства нашло отражение в программе социально-экономического совершенствования Тюменской области. ООО «ПК «Молоко» завоевало прочное место одного из лучших предприятий агропромышленного комплекса региона. В 2012 году производство молочной продукции увеличилось на 42% [2].

Физиология труда на молочном производстве относится к малоизученным проблемам трудовой адаптации человека в Тюменском регионе. Практически не исследованы вопросы самооценки физиологического и психологического состояния работающих на молочном производстве, соматических и вегетативных параметров качества жизни [3, 4].

Была поставлена цель: провести комплексное обследование физиологических параметров работающих, условия их труда, оценить психофизиологическое и соматическое здоровье трудящихся ООО «ПК «Молоко».

Впервые осуществлено комплексное изучение качества жизни социально значимых физиологических, психологических факторов здоровья, условий труда, гигиенических условий и состояния параметров основных систем жизнедеятельности и их реализации у работающих на предприятии ООО «ПК «Молоко».

Впервые исследовано состояние и заболеваемость сердечно-сосудистой системы у мужчин и женщин разных возрастных групп, работающих в ООО «ПК «Молоко». Определены степени вредности труда.

Выполнено исследование основ комплексного анализа составляющих элементов качества жизни работающих ООО «ПК «Молоко», включающего оценку условий труда, состояния здоровья и факторов риска его нарушения с использованием гигиенических и социологических методов исследований.

Это позволило обосновать и разработать модель по оптимизации качества жизни работающих на молочном производстве. Комплекс мероприятий по первичной и вторичной профилактике заболеваний предусматривает улучшения состояния производственной среды, условий труда, пропаганду здорового образа жизни, лечебно-профилактические мероприятия.

Исследования проводились на Нижнетавдинском молочном заводе. Исследовались группы работников, занятых в молочном производстве: мужчины и женщины разных возрастных групп. Определение возрастного разделения обследованных выбрано в соответствии со схемой возрастной периодизации онтогенеза человека [5]. Оценивались физиолого-гигиенические характеристики производства, степень тяжести труда. Заболеваемость определяли по медико-статистическим данным предприятия. Регистрировались пол, возраст и антропометрические параметры: рост, вес. Состояние кровообращения оценивали по частоте сердечных сокращений (ЧСС), артериальному давлению систолическому (АДС) и диастолическому (АДД) [6, 7].

Адаптационный потенциал определяли по рекомендации А.П. Баевского, используя индекс функциональных изменений (ИФИ) по четырем степеням напряжения механизмов адаптации [8].

Для самооценки качества жизни каждому работнику раздавались стандартные анкеты, результаты которых анализировали в соответствии с баллами шкал опросника SF-36, адаптированного в России [9, 10].

Была разработана модель по оптимизации качества жизни людей, работающих на молочном производстве, с пониманием важности она была принята руководством предприятия и в настоящее время успешно реализуется.

Первым этапом модели является комплексная оценка качества жизни при проводимом мониторинге производственной среды и здоровья работников с выявлением актуальных проблем и приоритетных факторов риска здоровью, таких как условия труда, уровень и образ жизни, а также напряжение адаптационного потенциала трудящихся.

На втором этапе выявленные проблемы и факторы риска заболеваний определяют стратегию по улучшению качества жизни и позволяют в результате полученных данных обосновать и разработать комплекс мероприятий по первичной и вторичной профилактике заболеваний, который предусматривает мероприятия, направленные на улучшения состояния производственной среды и условий труда, пропаганду здорового образа жизни, лечебно-профилактические мероприятия.

Реализация ряда рекомендаций и практических мер на третьем этапе позволяет достигнуть максимального эффекта в оптимизации качества жизни работающих на молочном производстве, за счет предотвращения заболеваний, обусловленных неблагоприятными факторами трудового процесса и образа жизни.

Установлено, что организация труда на предприятии ООО «ПК «Молоко» соответствует современным требованиям. Большинство обследованных (54%) имеют 3.2. класс вредности труда, что указывает на напряженный характер трудовой и социальной адаптации.

Наиболее распространенными формами заболеваемости являются заболевания верхних дыхательных путей и сердечно-сосудистой системы.

Антропометрические показатели обследованных работников соответствуют физиологическим возрастным нормам, но демонстрируют наличие избыточной массы тела у большинства обследованных.

Нативные и расчетные параметры миокардиально-гемодинамического гомеостаза свидетельствуют о наличии факторов риска развития АГ. Компенсация гомеостаза у женщин I зрелого возраста осуществляется за счет хронотропного механизма, в остальных группах мужчин и женщин – за счет присоединения инотропного механизма.

Расчетные параметры гемодинамики коэффициент выносливости (КВ), индекс Робинсона (ИР), тип саморегуляции кровообращения (ТСК) подтверждают формирование факторов риска развития АГ у мужчин обеих возрастных групп и женщин II зрелого возраста.

Адаптационный потенциал по состоянию ИФИ у мужчин и женщин I зрелого возраста свидетельствуют об удовлетворительной адаптации. У большинства мужчин и женщин все возрастных групп имеют место напряжения механизмов адаптации, а у 7% мужчин и женщин II зрелого возраста отмечена неудовлетворительная адаптация, что свидетельствует о наличии фактора риска развития АГ.

Анализ шкал опросника SF – 36 указывает на стабильное состояние качества жизни трудящихся по образу жизни, здоровью, удовлетворенностью работой, взаимоотношениями в семье и обществе; в целом позволяет характеризовать психофизиологическое и соматическое здоровье обследованных как вполне удовлетворительное.

Литература

1. Измеров Н.Ф. Глобальный план действий по охране здоровья работающих на 2008–2017 гг.: пути и перспективы реализации // Материалы Всероссийской конференции, посвященной 85-летию ГУ НИИ МТ РАМН. – 2008. – С. 3–15.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://milknet.ru/news/> 14 сентября 2012.
3. Колнет И.В., Клепиков О.В., Борисов Н.А., Рослякова Е.В. О влиянии факторов среды обитания промышленного центра на здоровье населения // Современные проблемы гигиены и эпидемиологии / Научные труды Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана / Под ред. академика РАМН, профессора, заслуженного деятеля науки России А.И. Потапова. – Т. 20. – Воронеж, 2008. – С. 215–216.
4. Кирилова Г.М. Пути выхода молочной отрасли из кризисного состояния // Экономика с/х и перерабатывающих производств. – 2002. – № 1 – С. 45–49.
5. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология. – М.: Высшая школа, 1985.
6. Ковязина О.Л. Методы определения функционального состояния кардиореспираторной системы: методические указания. – Тюмень.: Изд-во ТюмГУ, 2006.
7. Ткаченко Б.И. Системная гемодинамика // Рос. физиолог. журн. им Сеченова. – 1999. – Т. 85. – № 9. – С. 1255–1266.
8. Баевский Р.М. Использование принципов донозологической диагностики для оценки функционального состояния организма при стрессовых воздействиях // Физиология человека. – 2009. – № 1. – С. 41–51.
9. Новик А.А., Ионова Т.И. Интегральный показатель качества жизни – новая категория в концепции исследования качества жизни // Вестник качества жизни. – 2006. – № 7–8. – С. 111–114.
10. Новик А.А., Ионова Т.И. Руководство по исследованию качества жизни в медицине: 2-е издание. – М.: ОЛМА Медиагруп, 2007.

С.А. Ильдебенева

ВЫЯВЛЕНИЕ IgG-АНТИТЕЛ К АНТИГЕНАМ ЭРИТРОЦИТОВ СИСТЕМЫ АВО СРЕДИ ХАНТЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЛОВОЙ И ГРУППОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТИТРАХ ЕСТЕСТВЕННЫХ IgM-АНТИТЕЛ

Интерес к групповым факторам крови со дня их открытия не ослабевает. Не последнюю роль здесь играет переливание крови: не всегда одногруппная кровь полностью принимается организмом реципиента. Даже благополучное зачатие нового организма и нормальное вынашивание плода также может зависеть от группы крови. Группы крови – это генетические маркеры, несущие в себе огромное количество информации о популяции в целом и индивиде в частности.

Происхождение иммунных антител в организме человека имеет полигенный характер. Группоспецифические вещества А и В, подобные антигенам групп крови, приводят к индукции иммунного ответа, с переключением синтеза анти-А и/или анти-В антител класса М на иммуноглобулины класса G.

Ханты – один из малочисленных народов Севера – никогда не были обделены вниманием исследователей из различных областей наук. Им посвящены как отдельные статьи, так и целые монографии. В результате социально-экономических преобразований советского и постсоветского периода, во время интенсивного освоения Севера произошли изменения в традиционном укладе жизни аборигенов, увеличилось количество этнически смешанных браков, что в свою очередь приводит к изменениям физиологических особенностей ханты [1].

Целью нашего исследования явилось выявление IgG-антител к антигенам эритроцитов системы АВО среди ханты в зависимости от половой и групповой принадлежности при различных титрах естественных IgM-антител.

Материалы и методы: исследовали сыворотки 371 ханты и 960 доноров.

Определение иммунных IgG анти-А и/или анти-В антител проводили на плоскости при комнатной температуре после инактивации естественных IgM-антител системы АВО унитиолом (2,3-димеркаптопропансульфонат натрия). Для этого смешивали равные объемы исследуемой сыворотки и 5% раствора унитиола (по 0,1 мл), инкубировали смесь при 37 °С в течение 1 часа. Затем определяли наличие IgG-антител на плоскости с помощью стандартных эритроцитов А(II) и/или В(III) (в зависимости от группы крови АВО). О присутствии иммунных антител судили по наличию агглютинации в испытуемой сыворотке [2].

Результаты и их обсуждение

В ходе исследования нами был проведен анализ частоты встречаемости иммунных IgG-антител системы АВО в зависимости от титра естественных IgM-антител системы АВО антител у мужчин и женщин ханты и доноров. Распределение антител среди ханты сравнивали с распределением антител у доноров г. Нижневартовска.

При анализе частоты встречаемости естественных IgM-антител с различными титрами (1:2-1:32 и 1:64-1:128) среди ханты O(I) группы крови по сравнению с донорами г. Нижневартовска достоверных различий выявлено не было (табл. 1).

Таблица 1

Выявление IgG-антител системы АВО в группе крови O(I) среди ханты в зависимости от половой и групповой принадлежности при различных титрах естественных IgM-антител

Группы обследованных		Титр естественных IgM-антител (в %)		Титр иммунных IgG-антител (в %)	
		ханты	доноры	ханты	доноры
Мужчины	1:2-1:32	80,0±7,3 (n=24)	66,9±3,7 (n=107)	37,5±14,5 (n=9)	46,7±4,8 (n=50)
	1:64-1:128	20,0±7,3 ^{ΔΔΔ} (n=6)	33,1±3,7 ^{ΔΔΔ} (n=53)	33,3±14,2 (n=2)	81,1±5,4 ^{□□□} (n=43)
Женщины	1:2-1:32	75,0±6,8 (n=30)	71,2±3,6 (n=114)	46,7±12,1 (n=14)	51,7±4,7 (n=59)
	1:64-1:128	25,0±6,8 ^{ΔΔΔ} (n=10)	28,7±3,6 ^{ΔΔΔ} (n=46)	30,0±11,1 (n=3)	84,8±5,3 ^{□□□**} (n=39)
Всего	1:2-1:32	77,1±5,0 (n=54)	69,1±2,6 (n=221)	42,6±9,3 (n=23)	49,3±3,4 (n=109)
	1:64-1:128	22,9±5,0 ^{ΔΔΔ} (n=16)	30,9±2,6 ^{ΔΔΔ} (n=99)	31,2±8,7 (n=5)	82,8±3,8 ^{□□□***} (n=82)

Примечание: ** P<0,01; *** P<0,001 – достоверность различий частоты встречаемости IgG-антител между ханты и донорами; □□□ P<0,001 – достоверность различий частоты встречаемости IgG в зависимости от титра IgM-антител; ΔΔΔ P<0,001 – достоверность различий частоты встречаемости IgM-антител в зависимости от титра.

Среди коренных народов было отмечено достоверно значимое снижение частоты встречаемости IgG-антител при титре 1:64-1:128 по сравнению с донорами (31,2±8,7% и 82,8±3,85% соответственно). Обращает на себя внимание тот факт, что у ханты нет достоверных различий частоты встречаемости IgG-антител в зависимости от титра естественных IgM-антител (42,6±9,3% – 1:2-1:32 и 31,2±8,7% – 1:64-1:128), тогда как у доноров достоверно чаще встречались IgG-антитела при титре естественных IgM-антител 1:64-1:128 (82,8±3,8%), по сравнению с титром 1:2-1:32 (49,3±3,4%). В ходе нашей работы не было выявлено достоверных различий по частоте встречаемости IgG-антител между мужчинами и женщинами с одинаковым титром IgM-антител, как среди ханты, так и среди доноров.

Среди ханты и доноров с группой крови A(II) была отмечена высокая встречаемость естественных IgM-антител с титром 1:2-1:32 (ханты – 84,7±3,5%, доноры – 87,8±1,8%) (табл. 2).

Таблица 2

**Выявление IgG-антител системы АВО в группе крови А(II) среди ханты
в зависимости от половой и групповой принадлежности
при различных титрах естественных IgM-антител**

Группы обследованных		Титр естественных IgM-антител (в %)		Титр иммунных IgG-антител (в %)	
		ханты	доноры	ханты	доноры
Мужчины	1:2-1:32	85,0±4,6	88,7±2,5	2,0±1,9	13,4±2,8
		(n=51)	(n=142)	(n=1)	(n=19)
	1:64-1:128	15,0±4,6 ^{ΔΔΔ}	11,2±2,5 ^{ΔΔΔ}	22,2±13,8	27,8±10,5
		(n=9)	(n=18)	(n=2)	(n=5)
Женщины	1:2-1:32	84,4±5,4	86,9±2,7	5,3±3,6	29,5±3,9 ^{□□}
		(n=38)	(n=139)	(n=2)	(n=41)
	1:64-1:128	15,6±5,4 ^{ΔΔΔ}	13,1±2,7 ^{ΔΔΔ}	28,6±17,1	52,4±10,8 ^{□□}
		(n=7)	(n=21)	(n=2)	(n=11)
Всего	1:2-1:32	84,7±3,5	87,8±1,8	3,4±1,9	21,3±2,4
		(n=89)	(n=281)	(n=3)	(n=60)
	1:64-1:128	15,2±3,5 ^{ΔΔΔ}	12,2±1,8 ^{ΔΔΔ}	25,0±10,8	41,0±7,9 ^{□□□}
		(n=16)	(n=39)	(n=4)	(n=16)

Примечание: □□ P<0,01; □□□ P<0,001 – достоверность различий частоты встречаемости IgG-антител в зависимости от титра IgM-антител; ΔΔΔ P<0,001 – достоверность различий частоты встречаемости IgM-антител в зависимости от титра; □□ P<0,01 – достоверность различий между мужчинами и женщинами с одинаковыми титрами IgM-антител.

Среди женщин-доноров с титром естественных IgM-антител 1:2-1:32 по сравнению с мужчинами-донорами встречаемость иммунных IgG антител была достоверно выше (p<0,01). Была выявлена высокая частота встречаемости IgG-антител (ханты – 25,0±10,8%, доноры – 41,0±7,9%) при титре естественных IgM-антител 1:64-1:128.

В ходе анализа частоты встречаемости естественных IgM-антител среди лиц В(III) группы крови было выявлено, что у ханты и доноров г. Нижневартовска данные антитела встречаются приблизительно с одинаковой частотой: при титре 1:2-1:32 – 88,8±2,3% среди ханты; 85,6±21,0% – среди доноров (табл. 3).

Таблица 3

**Выявление IgG-антител системы АВО в группе крови В(III) среди ханты
в зависимости от половой и групповой принадлежности
при различных титрах естественных IgM-антител**

Группы обследованных		Титр естественных IgM-антител (в %)		Титр иммунных IgG-антител (в %)	
		ханты	доноры	ханты	доноры
Мужчины	1:2-1:32	89,5±3,1	82,5±3,0	9,4±3,2	29,5±3,9*
		(n=85)	(n=132)	(n=8)	(n=39)
	1:64-1:128	10,5±3,1 ^{ΔΔΔ}	17,5±3,0 ^{ΔΔΔ}	40,0±15,5 [□]	57,1±9,3 ^{□□□}
		(n=10)	(n=28)	(n=4)	(n=16)

Продолжение табл. 3

Группы обследованных		Титр естественных IgM-антител (в %)		Титр иммунных IgG-антител (в %)	
		ханты	доноры	ханты	доноры
Женщины	1:2-1:32	88,1±3,2 (n= 89)	88,7±2,5 (n= 142)	13,5±3,6 (n=12)	52,8±4,2*** ^{ooo} (n=75)
	1:64-1:128	11,9±3,2 ^{ΔΔΔ} (n= 12)	11,2±2,5 ^{ΔΔΔ} (n= 18)	41,7±14,2 ^{□□} (n=5)	77,8±9,8 ^{□□ooo} (n=14)
Всего	1:2-1:32	88,8±2,3 (n= 174)	85,6±2,0 (n= 274)	11,5±2,2 (n=20)	41,6±3,0*** (n=114)
	1:64-1:128	11,2±2,3 ^{ΔΔΔ} (n= 22)	14,4±2,0 ^{ΔΔΔ} (n= 46)	40,9±10,5 ^{□□□} (n=9)	86,9±5,0 ^{□□ooo} *** (n=40)

Примечание: * P<0,05; *** P<0,001 – достоверность различий частоты встречаемости IgG-антител между ханты и донорами; □ – P<0,05; □□ P<0,01; □□□ P<0,001 – достоверность различий частоты встречаемости IgG-антител в зависимости от титра IgM-антител; ΔΔΔ P<0,001 – достоверность различий частоты встречаемости IgM-антител в зависимости от титра IgM-антител; ooo P<0,001 – достоверность различий между мужчинами и женщинами с одинаковыми титрами IgM-антител.

Отмечено, что при титре 1:64-1:128 иммунные IgG-антитела как среди ханты, так и среди доноров встречаются достоверно выше (p<0,001). При этом частота встречаемости иммунных антител среди ханты значительно ниже по сравнению с донорами независимо от титра естественных IgM-антител (при титре IgM-антител 1:2-1:32 встречаемость IgG-антител среди ханты 11,5±2,2%, среди доноров 41,6±3,0%; при титре IgM-антител 1:64-1:128 – 40,9±10,5% и 86,9±5,0% соответственно). Обращает на себя внимание тот факт, что не было выявлено достоверных различий по частоте встречаемости IgG-антител между мужчинами и женщинами ханты с одинаковым титром естественных IgM-антител, тогда как IgG-антитела среди женщин-доноров встречались чаще независимо от титра IgM-антител (p<0,001) (см. табл. 4).

Таблица 4

Выявление IgG-антител системы ABO в группе крови B(III) среди ханты в зависимости от половой и групповой принадлежности при различных титрах естественных IgM-антител

Группы обследованных		Титр естественных IgM-антител (в %)		Титр иммунных IgG-антител (в %)	
		ханты	доноры	ханты	доноры
Мужчины	1:2-1:32	89,5±3,1 (n=85)	82,5±3,0 (n= 132)	9,4±3,2 (n=8)	29,5±3,9* (n=39)
	1:64-1:128	10,5±3,1 ^{ΔΔΔ} (n= 10)	17,5±3,0 ^{ΔΔΔ} (n= 28)	40,0±15,5 [□] (n=4)	57,1±9,3 ^{□□□} (n=16)
Женщины	1:2-1:32	88,1±3,2 (n= 89)	88,7±2,5 (n= 142)	13,5±3,6 (n=12)	52,8±4,2*** ^{ooo} (n=75)
	1:64-1:128	11,9±3,2 ^{ΔΔΔ} (n= 12)	11,2±2,5 ^{ΔΔΔ} (n= 18)	41,7±14,2 ^{□□} (n=5)	77,8±9,8 ^{□□ooo} (n=14)

Продолжение табл. 4

Группы обследованных		Титр естественных IgM-антител (в %)		Титр иммунных IgG-антител (в %)	
		ханты	доноры	ханты	доноры
Всего	1:2-1:32	88,8±2,3	85,6±2,0	11,5±2,2	41,6±3,0***
		(n= 174)	(n= 274)	(n=20)	(n=114)
	1:64-1:128	11,2±2,3 ^{ΔΔΔ}	14,4±2,0 ^{ΔΔΔ}	40,9±10,5 ^{□□□}	86,9±5,0 ^{□□□} ***
		(n= 22)	(n= 46)	(n=9)	(n=40)

Примечание: * P<0,05; *** P<0,001 – достоверность различий частоты встречаемости IgG-антител между ханты и донорами; □ P<0,05; □□ P<0,01; □□□ P<0,001 – достоверность различий частоты встречаемости IgG-антител в зависимости от титра IgM-антител; ΔΔΔ P<0,001 – достоверность различий частоты встречаемости IgM-антител в зависимости от титра IgM-антител; ○○○ P<0,001 – достоверность различий между мужчинами и женщинами с одинаковыми титрами IgM-антител.

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что лица с различными группами крови системы АВО имеют различную подверженность иммунизации групповыми антигенами А и В. Было выявлено, что наибольшая частота встречаемости иммунных анти-А и/или анти-В антител наблюдается среди лиц с О(І) и В(ІІІ) группой крови, наименьшая частота встречаемости – среди лиц со А(ІІ) группой крови. Вероятно, поскольку антиген А обладает более выраженными антигенными свойствами, по сравнению с антигеном В, в природе наиболее часто встречаются вещества, подобные антигену А [3]. Также в ходе исследования было выявлено, что иммунные антитела чаще встречаются при высоком титре (1:64-1:128) естественных IgM-антител независимо от половой, групповой принадлежности, хотя среди ханты О(І) группы крови не было достоверных различий по частоте встречаемости иммунных антител в зависимости от титра естественных IgM-антител. Отмечено, что среди коренного населения не выявлено достоверных различий по частоте встречаемости иммунных антител между мужчинами и женщинами. Низкая встречаемость иммунных антител среди ханты может объясняться тем, что многовековое проживание различных популяций в привычных условиях среды обитания определило не только их внешний облик и культуральные черты, но и физиологические особенности жизнедеятельности организма, в том числе минимальную антигенную нагрузку на иммунную систему.

Примечания

1. История и расселение коренных малочисленных народов Севера. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.admhmao.ru/people/history.htm>; Меркулова Н.Н. Распространенность, физиологические и иммуносерологические особенности естественных и иммунных антител системы АВО у жителей Среднего Приобья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., Тюмень, 1999.

2. Башлай А.Г., Донсков С.И. Иммуносерология (нормативные документы). – М.: Союзинформбиология «Калина» ВИНТИ РАН, 1998. – 195 с.; Мороков В.А. Методические рекомендации по иммуногематологии. – Сыктывкар, 1998.

3. Косяков П.Н. Изоантигены и изоантитела человека в норме и патологии. – М.: Медицина, 1974.

РЕЦЕНЗИИ

РЕЦЕНЗИЯ

Рецензия на книгу: *История и философия науки: Основные имена и понятия: Учебное пособие* / В.И. Полищук, Б.В. Емельянов, В.Д. Губин и др.; Под ред. В.И. Полищука. – М., 2013. – 354 с.

Учебное пособие, вышедшее под грифом Министерства образования и науки России, создано коллективом известных авторов, философов и культурологов, в том числе – специалистов в области истории и философии науки: М.Г. Ганопольским, Б.В. Емельяновым, В.Д. Губиным и В.И. Полищуком. Инициатором и научным редактором этого издания является В.И. Полищук. Ему принадлежит также большая часть статей, включенных в учебное пособие: около 320 из 400.

В учебном пособии содержатся сведения о направлениях, школах, создателях и видных представителях соответствующих школ и концепций в истории и философии науки. В обзорно-аналитических статьях рассматриваются исторические, философские и социально-культурологические аспекты производства научного знания. Все это позволяет надеяться, что пособие окажется востребованным в первую очередь при подготовке к экзаменам кандидатского минимума. Но не только. Благодаря компактному объему и вместе с тем содержательной емкости, высокому научному уровню, ясности изложения материала учебное пособие способно удовлетворять потребность в знаниях по истории и философии науки различных читательских аудиторий: студентов, магистрантов, аспирантов, преподавателей одноименной дисциплины. В качестве терминологического справочника пособие будет полезно также специалистам-исследователям.

В учебном пособии с достаточной полнотой представлена центральная проблематика истории и философии науки. Ей посвящены такие статьи, как «Историзм», «Философия науки», «Наука», «Научная школа», «Научное сообщество», «Классическая наука», «Неклассическая наука», «Постнеклассическая наука», «Классический», «Социально-гуманитарные науки», «Научно-исследовательская программа», «Нормальная наука», «Глобальная научная революция» и др. Темы и понятия, в которых отображается центральная проблематика истории и философии науки, незримо организуют остальное содержание пособия, чем задается его относительная тематическая цельность. По нашему мнению, такой характер пособия способствует созданию условий для свободного владения обучающимися материалом учебной дисциплины. В этом отношении рецензируемое пособие является новаторским для курса истории и философии науки, восполняющим известный методический пробел в его преподавании.

Отдельно надо отметить уместность Приложений, помещенных в учебном пособии. Приложение «Рекомендуемая литература» является общепринятым для учебных пособий. В случае рецензируемого пособия оно отличается экономностью списка рекомендуемых работ, достигнутой тщательностью их отбора. Что касается второго Прило-

жения – «Иностранные термины и выражения», то, на наш взгляд, оно является особенно замечательным. Оно представляет собой целый словарь терминов и выражений преимущественно на латинском, а также на немецком, английском, французском языках, отображающих в понятийной или, чаще, образной формах принципы, нормы, максимы философского и научного мышления. Мы не встречали в других учебных пособиях подобранных с такой полнотой и точностью словарей терминов и выражений, относящихся к проблематике курса истории и философии науки. Ценность такого словаря состоит в том, что посредством него создается культурно-эвристический контекст для осмысления вопросов истории и философии науки.

Рекомендуем всем, кто так или иначе связан с изучением истории и философии науки или просто интересуется соответствующей тематикой, познакомиться с книгой «История и философия науки: Основные имена и понятия». Думаю, что для многих она может стать одной из настольных книг.

Профессор В.В. Мархинин

НАШИ АВТОРЫ

АЛЕКСЕЕВ Максим Михайлович – доцент кафедры экспериментальной физики Политехнического института Сургутского государственного университета, кандидат физико-математических наук.

АНОХИН Алексей Никитич – заведующий кафедрой АСУ Обнинского института атомной энергетики Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (г. Обнинск), доктор технических наук, профессор.

АНТОНОВ Александр Владимирович – декан факультета кибернетики Обнинского института атомной энергетики Национального исследовательского ядерного университета МИФИ, доктор технических наук, профессор.

АПОКИН Виталий Викторович – директор Института гуманитарного образования и спорта Сургутского государственного университета, кандидат педагогических наук.

АУСТЕР Богдан Владимирович – студент 4 курса кафедры физической культуры Сургутского государственного университета.

БУТЕНКО Надежда Алексеевна – доцент кафедры философии Сургутского государственного университета, кандидат философских наук.

БЫЧИН Игорь Валерьевич – аспирант кафедры прикладной математики института Сургутского государственного университета.

ГАЛКИН Валерий Алексеевич – директор Политехнического института Сургутского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор.

ГОРЕЛИКОВ Андрей Вячеславович – доцент кафедры прикладной математики Политехнического института Сургутского государственного университета, кандидат физико-математических наук.

ЕПИФАНОВ Александр Анатольевич – инженер-программист компании «Motorola Solutions» г. Санкт-Петербург, аспирант кафедры прикладной математики Сургутского государственного университета.

ИВАНОВ Федор Федорович – доцент кафедры АСОИиУ Политехнического института Сургутского государственного университета, кандидат технических наук.

ИЛЬДЕБЕНЕВА Светлана Аркадиевна – биолог Казенного учреждения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Станция переливания крови», филиал в г. Нижневартовске.

КЛЕВКОВ Павел Анатольевич – аспирант кафедры информатики и вычислительной техники Политехнического института Сургутского государственного университета.

ЛАШМАНОВА Евгения Алексеевна – аспирант кафедры экспериментальной физики Политехнического института Сургутского государственного университета.

ЛЫСЕНКОВА Светлана Александровна – старший преподаватель кафедры ИВТ Политехнического института Сургутского государственного университета.

МАКСИМОВ Евгений Александрович – доцент кафедры истории России Сургутского государственного университета, кандидат исторических наук.

МАРХИНИН Василий Васильевич – заведующий кафедрой философии политологии Сургутского государственного университета, доктор философских наук, профессор.

МЕДВЕДЕВА Ольга Семеновна – ООО «Тюмень Водоканал», бактериолог; аспирант кафедры физиологии и анатомии человека и животных Тюменского государственного университета.

НЕНАХОВА Наталья Александровна – инженер кафедры экспериментальной физики СурГУ, аспирант кафедры экспериментальной физики Политехнического института Сургутского государственного университета.

ОСТРЕЙКОВСКИЙ Владислав Алексеевич – профессор кафедры информатики и вычислительной техники Политехнического института Сургутского государственного университета, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, академик Международной академии информатизации (МАИ), доктор технических наук.

ПЕЧОНИК Ольга Ивановна – старший научный сотрудник Курганского филиала Института экономики УрО РАН, кандидат экономических наук, доцент.

ПЛЕХАНОВА Наталья Павловна – доцент кафедры психологии развития Сургутского государственного университета, кандидат психологических наук.

ПОВЗУН Александр Андреевич – доцент кафедры физиологии Сургутского государственного университета, кандидат биологических наук.

ПОВЗУН Вера Дмитриевна – заведующий кафедрой педагогики Сургутского государственного университета, доктор педагогических наук, профессор.

ПУЗАНОВ Владимир Дмитриевич – доцент кафедры истории России Сургутского государственного университета, доктор исторических наук.

РЯБКОВА Олеся Александровна – аспирант кафедры истории России Сургутского государственного университета

РЯХОВСКИЙ Алексей Васильевич – ассистент кафедры прикладной математики Политехнического института Сургутского государственного университета.

САВИЧЕВА Анастасия Сергеевна – ассистент кафедры связей с общественностью Института экономики и управления Сургутского государственного университета, ведущий специалист банка «УРАЛСИБ» в г. Сургуте.

САЙФУЛЛИН Фаниль Фаемович – аспирант кафедры социальных наук Тюменского государственного нефтегазового университета.

САМСОНОВ Виктор Петрович – заведующий лабораторией теплофизических методов измерений при кафедре экспериментальной физики Политехнического института Сургутского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор.

СЕМЕНОВ Олег Юрьевич – преподаватель АУ «Сургутский профессиональный колледж».

СИЛИН Яков Владимирович – ведущий инженер-программист ПУ «Сургут АСУнефть» ОАО «Сургутнефтегаз», кандидат технических наук.

СМОЛИН Дмитрий Иванович – аспирант кафедры информатики и вычислительной техники Политехнического института Сургутского государственного университета.

СОВЕРТКОВ Петр Игнатьевич – доцент кафедры высшей математики Сургутского государственного университета, кандидат физико-математических наук.

СОЛОВЬЕВ Владимир Сергеевич – заведующий кафедрой физиологии и анатомии человека и животных Тюменского государственного университета, доктор медицинских наук, профессор.

СОЛОДКИН Яков Григорьевич – заведующий кафедрой истории России Нижневартовского государственного гуманитарного университета, доктор исторических наук, профессор.

СУНЦОВ Александр Павлович – профессор кафедры государственного и муниципального права СурГУ, доктор юридических наук.

ФИЛИППОВ Тимур Константинович – инженер-метролог ОАО «Сургутнефтегаз» «ЦБПО ПРНС и НО».

ХАЙРУЛЛИНА Нурсафа Гафуровна – заведующий кафедрой социальных наук Тюменского государственного нефтегазового университета, доктор социологических наук, профессор.

СЕВЕРНЫЙ РЕГИОН:
НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, КУЛЬТУРА

Научный и культурно-просветительский журнал
№ 2 (28) / 2013

Главный редактор: В.В. Мархинин
Ответственные редакторы: А.А. Хадынская, А.П. Чалова

Оригинал-макет подготовлен в редакции журнала
«Северный регион: образование, наука, культура»
☎ 8-902-817-05-37

Подписано в печать 25.11.2013 г. Формат 70×100/16. Печать трафаретная.
Усл. печ. л. 12,7 Уч.-изд. л. 10,5 Тираж 200 экз. Заказ № П-119.
Отпечатано в полиграфическом отделе издательского центра СурГУ,
ул. Энергетиков, 8, г. Сургут.
Тел. (3462) 76-30-67

ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет ХМАО – Югры»
пр. Ленина, 1, г. Сургут Тюменской обл., 628412.
Тел.: (3462) 76-29-00